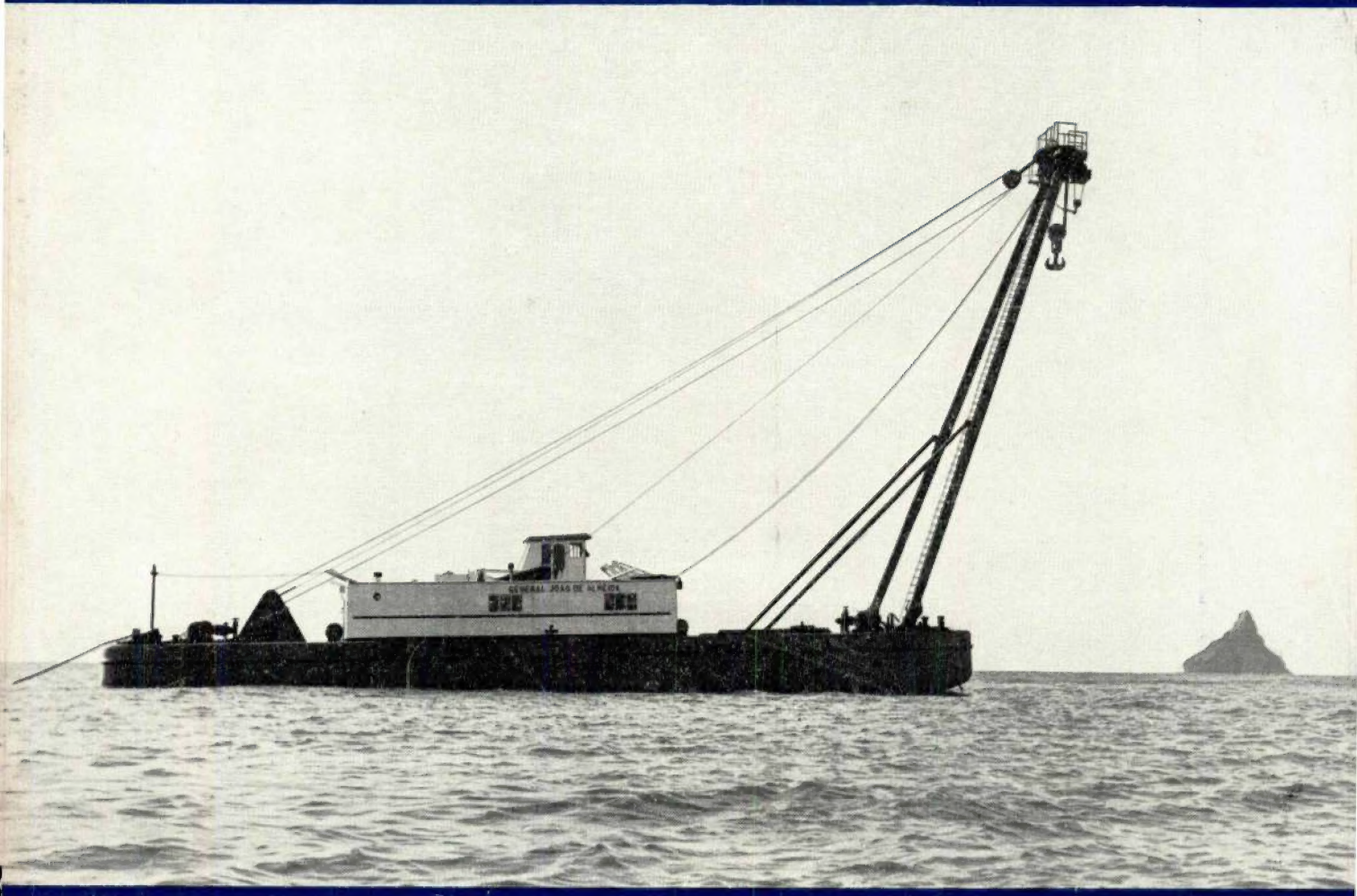
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 287–DEZEMBRO–1958

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão – Setúbal

Telef. 028824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 28201/2/3

Desde o
Distrito de **VIANA DO CASTELO**
ao de **LEIRIA** e nos Distritos
de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades,**

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO...	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEF. { 73 01 56 (4 linhas)

TELEG. EPALDA—LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXIII - N.º 287 Dezembro de 1958

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ JOAQUIM D. DOMINGOS

ADMINISTRADOR
ALEXANDRE CERVEIRA

SECRETÁRIO
JORGE GONÇALVES CALADO

REDACTORES
ALBERTO ANTÓNIO JUSTINIANO

ANTÓNIO FALCÃO

JOSÉ MANUEL TEIXEIRA DOS SANTOS

JOSÉ FERNANDO PINHARANDA

JOSÉ LUÍS CÂNCIO MARTINS

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Cábrea de 60 t para o porto de S. Vicente, com guincho auxiliar de 3000 k sobre um batelão de 30 × 9 × 2,5 m — Cabo Verde.

Construções Técnicas

Carga	**60.000**	**Alcance**	**3,5 m**
	30.000	»	**7,5 m**
	10.000	»	**11 m**
G. Auxiliar	**3.000**	»	**12 m**
Carga de experiência		**66.000**	**3,5 m**

Projecto: Prof. J. Sequeira e Eng. Luís V. Pinto Vilela.
Execução: L. Dargent, Lda.

Págs.

A preparação científica do engenheiro no mundo moderno
Pelo Prof. Eng.º Abreu Faro 131

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 138

Química-física da petrogénese — Algumas considerações gerais
Pelo Eng.º Luís Aires-Barros 139

Cargas de trabalho das fundações profundas executadas por perfuração
Pelo Eng.º Victor F. B. de Mello 153

Raffinage de l'essence d'eucalyptus
Por Pierre A. Laurent, Elvira Arsénio e Marie Aurore Presa 163

Brasília — Cidade modelo
Pelo Eng.º Aníbal S. A. Vieira 167

Vibrações dum sólido com dois graus de liberdade
Por José Joaquim Delgado Domingos 183

Do Mundo Técnico 197

Biblioteca 203

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª VII
A. Gestetner XLVI
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXIX

C

Canelas & Figueiredo XLIV
Cekop XXX
Ceresit XLII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . XI
Companhia «Cimento Tejo» XIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXXIV
Companhia União Fabril. XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª X
C. Santos, Ltd.ª VIII

E

Edmond Dardel II
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIX
Empresa Electro Cerâmica XL
Empresa de Produtos Asfálticos. . . 2.ª da capa
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos VI
Eng.º Augusto Cavaco XLII

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª. XXXVI
Fábrica Portugal XXXV
Facto, Lda. XXII
Fanafel XXVI

G

General Electric Portuguesa XXXII

H

Henriques & Castro, Ltd.ª X
Henry Wiggin XXIV
H. Vaultier XXIX

I

INEL. XXV
IST. XLIV

J — Pág.

Jayme da Costa, Lda XXVII

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

MAN XXVIII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XLVI
Metalexport XLV
Monteiro Gomes, Ltd.ª XII

N

Nordberg XXXVII

P

P. Bellasi XVI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

Santos Mendonça, Lda. XLVII
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
Shell XXI
SMEIA . . . . . IV, XLI e XLIII
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade Comercial de Isolamentos de Cortiça XXIX
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Electrom IX
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XX
Sociedade Industrial Metalúrgica . XLII
Sociedade Portuguesa Cavan IX
Socotel V
Sofomil XXXIII
SOMEC XIII
SONAP XXXI
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLVI
Standard Eléctrica XIV

T

Tintas Valentine XXXVIII

U

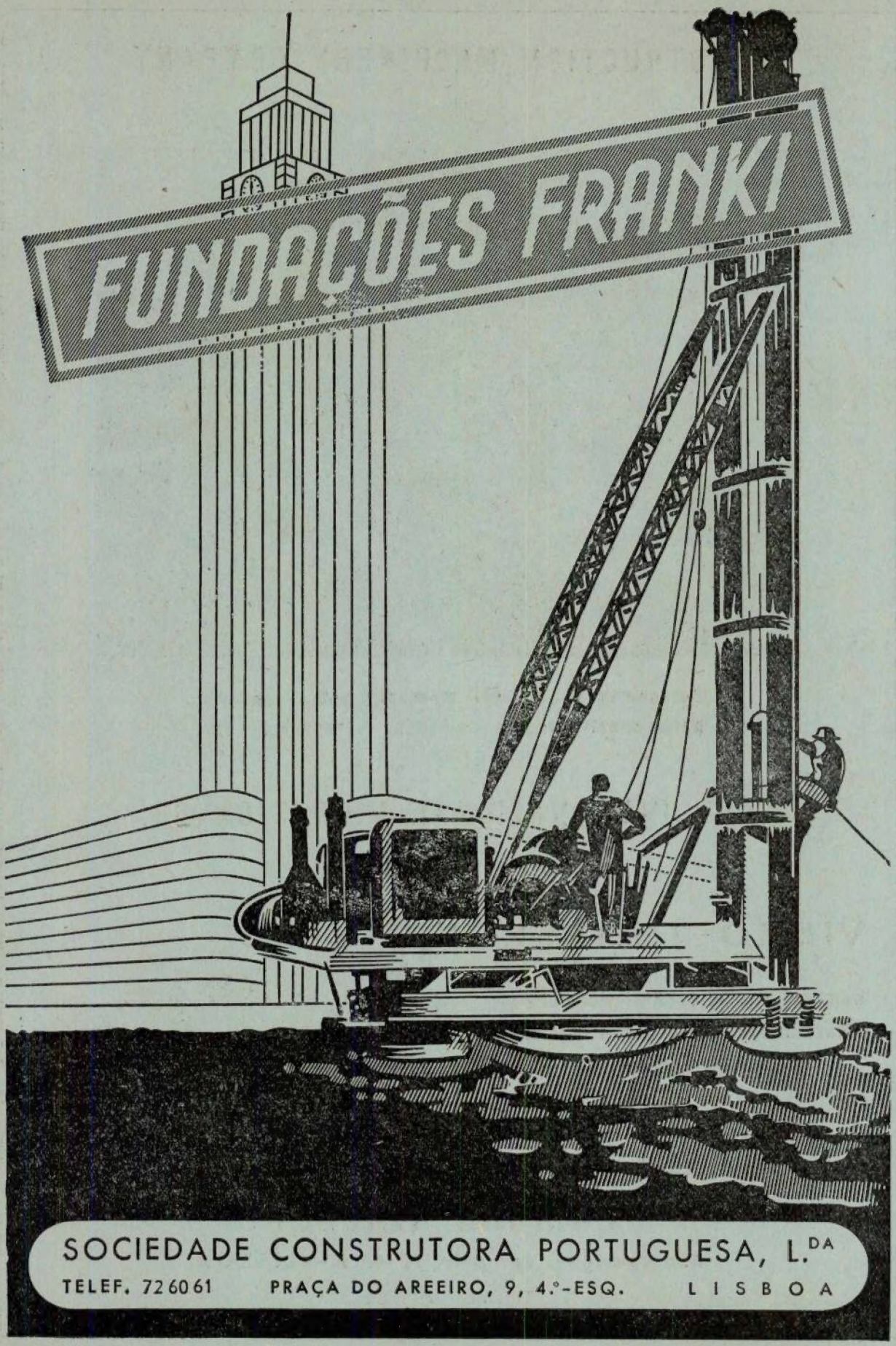
União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

V

Vasco Pessoa, Lda. XXVI
Vitrofib XXVI

W

Wild Portugal, Lda. XXIII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 726061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

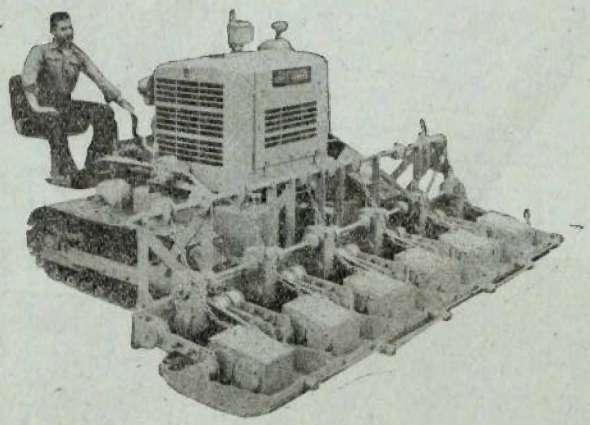
CONSTRUCTION MACHINERY COMPANY

Betoneiras **C. M. C.** montadas sobre camions, para construção de estradas, aeroportos, etc.

THE INTERNATIONAL VIBRATION CO.

VIBRO-TAMPER

Compactador de sapatas vibratórias. Máxima compactação num mínimo de tempo



Agente exclusivo:

Edmond Dardel

Rua Rodrigues Sempaio, 19-4.º B — LISBOA

Telefone 42289

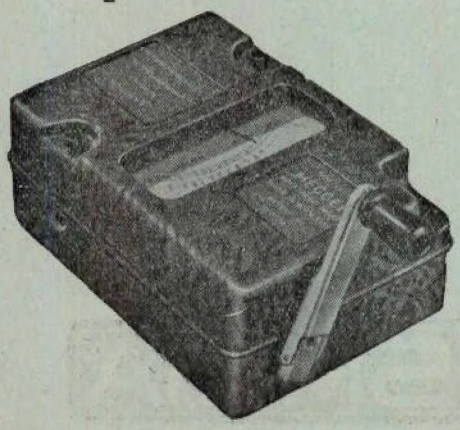
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

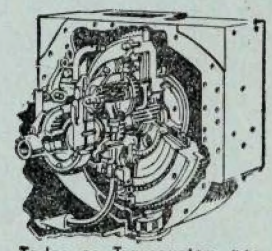
RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA



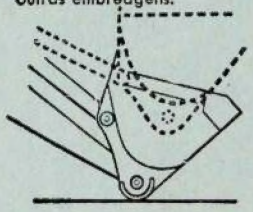
Escolha o TRAXCAVATOR que faça o seu serviço de escavação e carregamento

Três tamanhos, de 0,76 m³ a 1,72 m³.

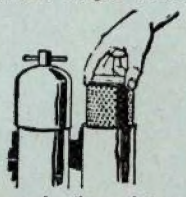
QUAL é o equipamento de escavação e carregamento que melhor se ajusta ao tipo de seu trabalho? V. tem à sua escolha três tamanhos de Traxcavator Diesel Caterpillar, de 0,76 m³ a 1,72 m³! Os Traxcavators foram projetados e são fabricados para fazer o serviço de carregamento — não são tratores equipados com acessório para fazer o carregamento. Compare as caraterísticas do Traxcavator, e procure-nos. Temos a maior satisfação em ajudá-lo a escolher o Traxcavator que melhor se adapta ao seu trabalho.



Todos os Traxcavators possuem **embreagem a óleo** que chegam a durar até 5 vêzes mais tempo do que as outras embreagens.



Caçamba de retôrno de 40° possue ação de alavanca — garante cargas coroadas.



Filtros de fluxo integral, de fácil substituição, removem do óleo todos os elementos abrasivos.

Especificações

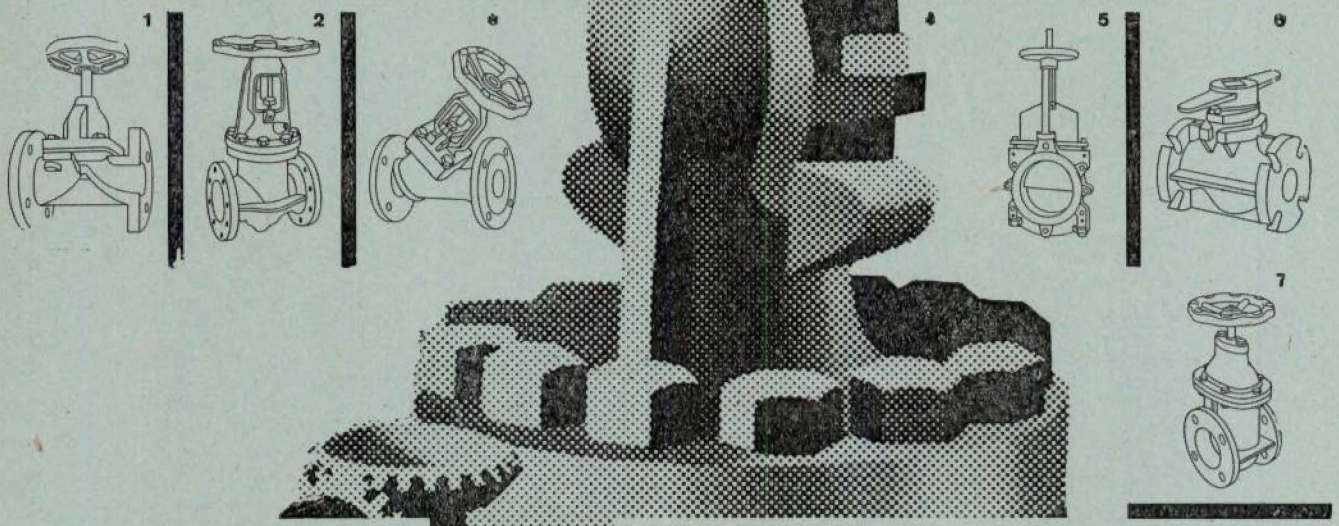
Modêlo Nº	Traxcavators 933	955	977
Potência (no volante)	50	70	100
Capacidade, em m³	0,765	1,15	1,72

CATERPILLAR

Caterpillar e Cat são Marcas Registradas de Caterpillar Tractor Co., dos E.U.A.

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola
S. A. R. L.
Av. P. Manuel da Nóbrega, 8 B LISBOA Tel. 72 40 53-4-5

SMEIA



De Roll

Válvulas industriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1 Válvulas de membrana de borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100° C. Não tem empanque.

2 Válvulas de cunha PN 16,25 e 40 atm., para água sobreaquecida, vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120° C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

3 Válvulas de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

4 Válvulas de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado normal ou aço vazado resistindo à fluência.

5 Válvulas para substâncias pastosas com aplicações na indústria da celulose e do papel assim como na indústria química.

6 Torneiras em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empregados na indústria química.

7 Válvulas de cunha sem empanque PN 6, 10 et 16 atm. para água fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para temperaturas de serviço até 120° C.

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013

RADIOCOMUNICAÇÕES, ELECTRÓNICA, RADIODIFUSÃO E APARELHAGEM INDUSTRIAL

— Emissores, Receptores e Transceptores de todos os tipos, para HF e VHF
— Emissores e Equipamento de Estúdio para Televisão e Radiodifusão Sonora
— Sistemas de feixes hertzianos
— Televisão em circuito fechado, para todas as aplicações
— Aparelhagem de radar para navegação, previsão de tempo, aeroportos, fins militares, etc.
— Rádio-ajudas para navegação aérea e marítima
— Microscópios electrónicos e outros instrumentos científicos
— Lâmpadas electrónicas para todas as aplicações
— Aparelhagem de medida para Rádio e Electrónica
— Teleimpressores e equipamento acessório
— Instalações de som de todas as potências e tipos
— Cinema Sonoro de 35 mm e 16 mm
— Equipamento automático para verificação de bebidas
— Grupos moto-geradores
— Rádio-receptores, televisores e aparelhagem electro-doméstica
— Discos e fitas magnéticas virgens e gravados em alta fidelidade.

Estudos, Projectos, Propostas, Fornecimentos e Assistência Técnica

Agência Geral em Portugal

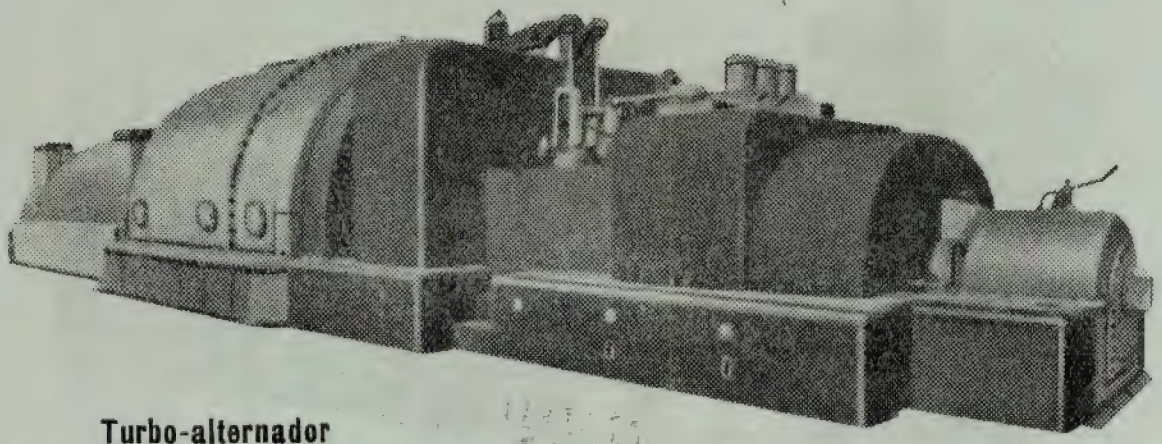
EMPRESA TÉCNICA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

LISBOA
Rua Rodrigo da Fonseca, 103
Telef. 680130/5

PORTO
Rua dos Clérigos, 64-2.º
Telef. 24819

Société Generale de Constructions Electriques & Mecaniques

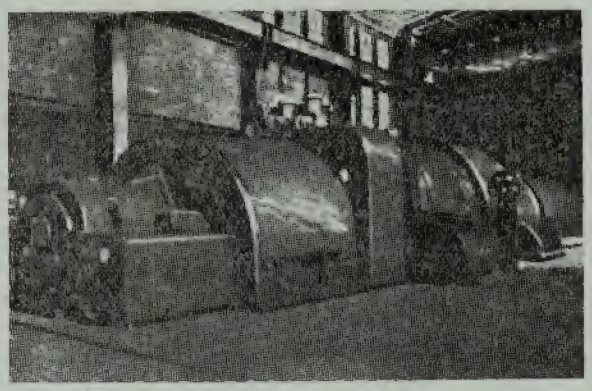
ALSTHOM — PARIS



Turbo-alternador

125.000 KW — 15.500 V — 3.000 RPM

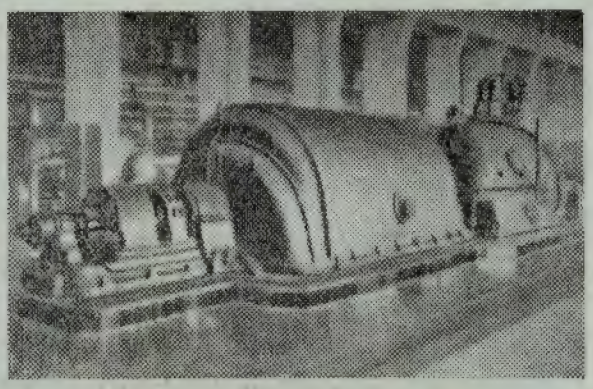
Central de Creil St. Leu (França)



Turbo-alternador

52.500 KW — 10.500 V — 3.000 RPM

Central de Genderland (Holanda)



Turbo-alternador

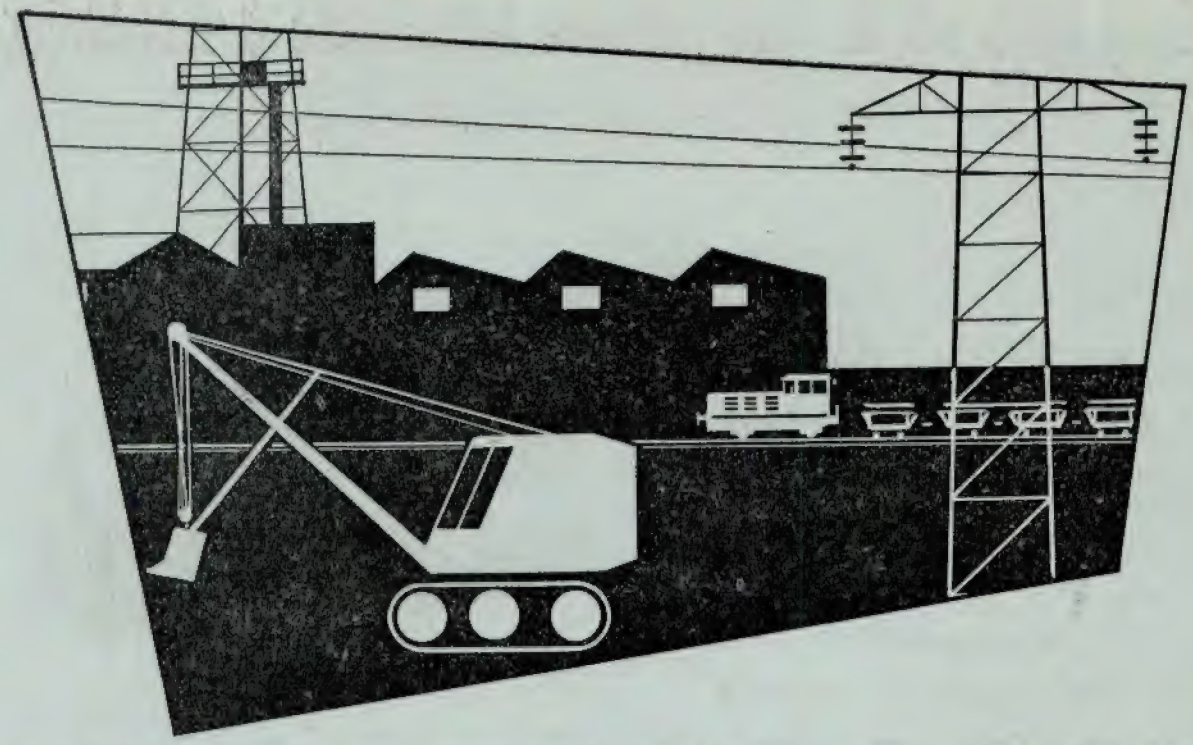
25.000 KW — 5250 V — 3.000 RPM

Central de Lada (Espanha)

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) LISBOA Telefs. 66 06 92 / 66 60 82 / 66 06 04



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS. ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 - LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 - PORTO

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

SINCRONISMO

TENSÃO • CORRENTE

FACTOR DE POTENCIA

Aparelhos de alta qualidade para

MEDIDAS ELECTRICAS

PARA A INDÚSTRIA

LABORATÓRIOS E ENSINO

INDUSTRIA NACIONAL

SOC. ELECTROM LDA

Soc. **electrom** Lda.

Largo de S. Carlos, 8-2.°

POTENCIA • FREQUENCIA

CEMPEXO

tinta hidrófuga e petrificante à base de cimento

A tinta que dura

Pintura ideal para paredes de prédios e outras estruturas.

Cores atraentes, fixas e duradouras.

Usa-se sôbre rebocos, tijolos, betão, fibrocemento, pedra natural, etc.

DANSK CEMENT CENTRAL

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, *Lda.*

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 77 50 57 - 77 50 58

Máquina "BENOTO" executando estacas de 1 m de diâmetro e 60 m de comprimento, nas fundações do viaduto de Sacavém, na auto-estrada do Vale do Tejo

Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º

LISBOA — Telefones 22344 27809

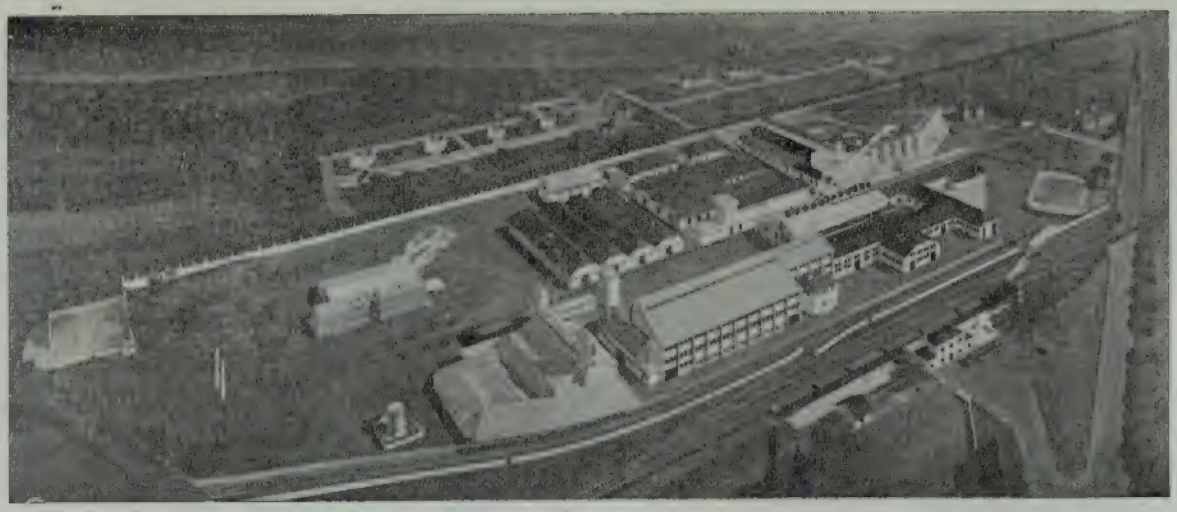
Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

Concessionária do sistema de moldes deslizantes «PROMETO» e do sistema para execução de estacas de grande diâmetro «BENOTO»



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

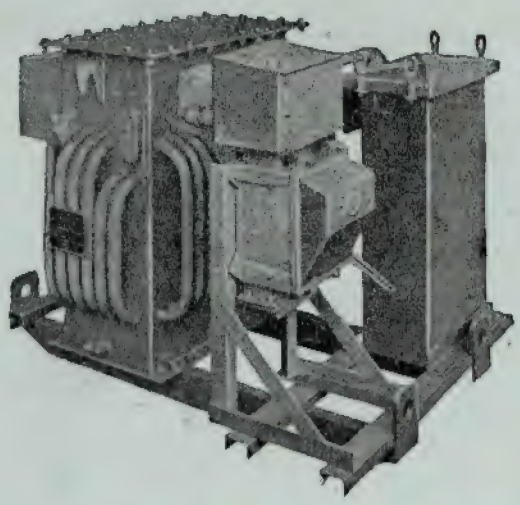
FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4 - 2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

POSTOS DE SOLDADURA A ARCO

'ENGLISH ELECTRIC'

Dentro do vastíssimo programa de produção da **"English Electric"**, merecem especial relevo os seus postos de soldadura eléctrica, de cujos tipos citamos:



— Postos uni-operador de transformadores em banho de óleo para 210, 250, 300, 400 e 600 A. com condensador para correcção do factor de potência e interruptor-fusível.

— Postos multi-operador de transformadores em banho de óleo com 3, 6, 9 e 12 saídas independentes, para 300, 400 e 600 A.

— Equipamento ionizador de Alta Frequência para soldadura de metais não ferrosos.

A figura mostra um dos transformadores multi-operador de 300 A., para 3 soldadores, equipado com um condensador de 65 KVA e um tripolar de 150 A., actualmente funcionando em Portugal.

●

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

R. Cascais, 47 (Alcântara)
Telef. 63 70 83 (3 linhas)
LISBOA

P. do Município, 309-3.º
Telef. 25021
PORTO

E

BEJA — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 59169/70

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

Fábrica com quatro linhas de fabrico

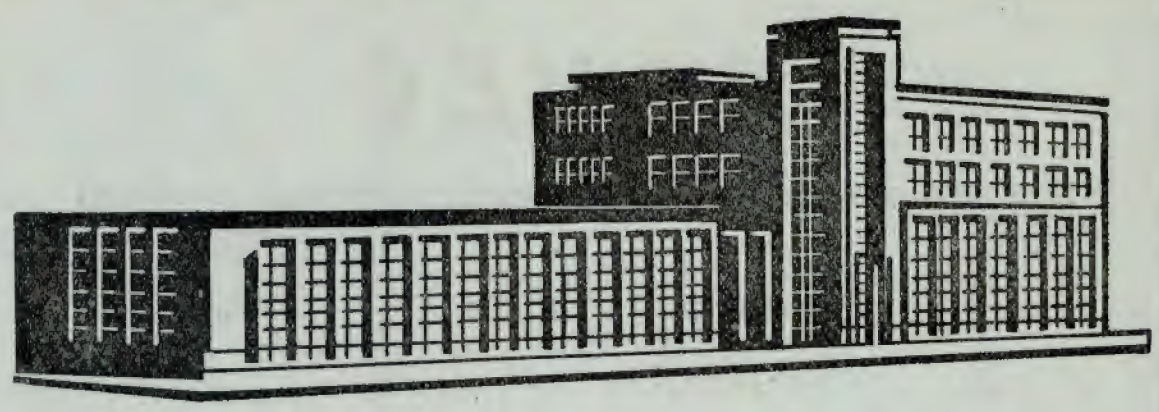
sendo uma delas das mais modernas da Europa

Para obras hidráulicas e de responsabilidade preferir o

CIMENTO TEJO

Companhia «Cimento Tejo»

Rua da Vitória, 88-2.º — Telef. 28953 — LISBOA



Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

LEACOCK (LISBOA). L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.

Rotor dum alternador de 40.000 kVA
para a Central de Kraftwerk
Handeck II (Suiça)

•

Ateliers de Construction Oerlikon
ZURICH 50 (Suiça)

•

Representante para Portugal e Ultramar:

P. BELLASI
R. Sá da Bandeira, 494, 3.º, Esq.
PORTO

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ JOAQUIM D. DOMINGOS
ADMINISTRADOR: ALEXANDRE CERVEIRA
SECRETÁRIO: JORGE GONÇALVES CALADO

Ano XXXIII - N.º 287 Dezembro de 1958

C. D. U. 3.784.962

A Preparação Científica do Engenheiro no Mundo Moderno

Conferência proferida pelo Prof. Eng.º Abreu Faro, na Sessão Solene da Inauguração da Semana da Recepção aos Novos Alunos

É a segunda vez já, que a Associação dos Estudantes do I. S. T. me dirige o honroso convite para dizer algumas palavras na Semana de Recepção aos Novos Alunos.

É, pois, também, a segunda vez que tenho o prazer de aceitar essa incumbência visto que procuro sempre colaborar com a A. E. I. S. T. sendo-me grato, ainda, exprimir a admiração que tenho pela sua obra, na realidade e em muitos aspectos, uma obra de valor.

Escolhi para tema desta palestra um assunto geral como convinha a alunos que se destinam aos diversos cursos de engenharia e mais do que tudo novos alunos sem conhecimento adquirido das matérias do curso que vão tirar.

Além da formalidade própria desta palestra, que é saudar os novos alunos e em cerimónia simples mas solene exprimir-lhes as esperanças que todos os professores desta escola põem na nova geração que aqui entrou, além desta formalidade, como disse, gostaria eu que as palavras que aqui se vão dizer tivessem um sentido de utilidade não tanto pela informação que encerram, pouco se pode dizer neste pouco tempo, mas contribuissem fundamentalmente para lhes despertar uma atitude correcta perante as matérias que, ao longo do curso, lhes vão ser administradas e pela própria profissão que escolheram.

Para isso é necessário que os novos alunos tenham um conhecimento prévio do peso e do lugar que essas matérias têm e ocupam na preparação científica do engenheiro.

Coerente com este objectivo escolhi para tema «A Preparação Científica do Engenheiro no Mundo Moderno».

A responsabilidade dessa preparação cabe em grande parte a esta Escola.

Na sua forma embrionária cabe mesmo totalmente à Escola pois deve ser aqui que os novos engenheiros devem adquirir a preparação conveniente para enfrentar os problemas próprios da vida profissional.

Mais correctamente, diremos que essa responsabilidade cabe ao tempo da escola pois que se reparte por esta e pelo aluno através do papel e da acção que este queira tomar durante esse tempo.

Deve-se aqui e imediatamente notar-lhes qual o significado exacto do abandono do liceu e a entrada numa escola superior.

Para a escola superior entram, na normalidade, indivíduos jovens mas não tanto que se possa enjeitar já a sua responsabilidade nos actos que praticam e ninguém pode classificar de pouco importante ou pouco responsável o escolher-se uma profissão.

Feita essa escolha, que deve ter o nobre vínculo de ter sido voluntária, compete ao indivíduo aproveitar todos os valores que se lhe deparem para lograr uma boa preparação para o exercício profissional. Compete por sua vez à escola superior dar, como se disse, uma preparação embrionária completa.

Isto é, o que aqui se ensina deve ser capaz de originar novas aquisições.

Interessa mais à Universidade formar indivíduos capazes de resolver problemas do que mentalidades enciclopédicas, apenas conhecedoras das soluções de alguns problemas.

Compete pois ao aluno aperceber-se e ser consciente deste facto e colaborar com a Escola na sua preparação.

É nosso objectivo, através das considerações que vamos fazer e tomando como tese o tema escolhido, contribuir para que nos novos alunos desperte uma atitude consciente donde resultem a aquisição e a sábia administração dos valores que esta escola vos pode dar.

Está aqui o dever do professor e termina aqui a sua responsabilidade.

É evidente que a referida atitude se deve harmonizar com a conveniente preparação científica do engenheiro assim como esta última deve resultar daquilo que, na generalidade, se exige ao engenheiro.

Ora, é uma realidade que compete ao engenheiro no mundo moderno a resolução duma multiplicidade de problemas disseminados por uma multiplicidade de campos de aplicação para a solução dos quais se exige uma sólida preparação científica.

E o que torna justa esta asserção é exactamente o facto de o localizarmos no mundo moderno e a nossa época ser fértil em exemplos de complexas obras de engenharia para a realização das quais houve necessidade de recorrer, ninguém duvida, a dados e resultados que só podem ser obtidos por via científica.

O homem comum que entende na generalidade o processo construtivo das pequenas habitações já não entende, em consciência, a viabilidade e processo construtivo dum edifício moderno de uma dezena de andares.

O homem comum que se familiarizou com o cinema não adivinha com facilidade e muito menos realizaria um sistema de televisão.

Dificilmente se concebe também, não obstante o seu uso se estar a generalizar, o processo íntimo que preside ao fabrico de materiais plásticos.

É uma realidade ainda que esta preparação deve estar efectivada a curto prazo, isto é: indivíduos jovens devem dispor já dessa preparação para que à competência profissional se juntem as qualidades inerentes à juventude: energia, entusiasmo e, mais do que tudo, quase que completa ausência de cepticismo perante os factos, ou seja, em suma, fé, e fé é fundamentalmente o que é próprio dos homens que têm de resolver problemas grandes.

Por outro lado é também uma realidade que a aplicação ou desenvolvimento duma determinada técnica exige larga tradição, larga experiência, uma larga prática. Ora parece incompatível que se possa harmonizar este facto com as enunciadas vantagens de nesse trabalho se utilizarem indivíduos jovens.

Queremos, portanto, esclarecer que quando se fala aqui em prática o facto não se refere necessàriamente ao indivíduo mas ao organismo em que este se aplica e que portanto tem de o orientar.

Na direcção desses organismos não podemos encontrar efectivamente os mais jovens e há sempre todo o interesse que se reservem pôr aí indivíduos que juntem à experiência a sabedoria da idade, pois que cada época tem as suas virtudes.

Mas orientar não significa obviar todas as dificuldades significa apenas pôr no bom caminho e assim o jovem engenheiro tem que ter já uma determinada preparação quando sai da escola.

Não julguem, porém, que estas palavras são apenas preceito ideal que conviria atingir mas pelo contrário são uma realidade forte.

De facto cada vez mais se está aproveitando desde logo as qualidades criadoras dos jovens e estes estão a ser imediatamente aplicados à resolução de problemas delicados embora de carácter local.

Competirá como se disse aos dirigentes o aproveitamento e integração desses resultados.

Esta forma de trabalho aplica-se em muitos domínios mas é particularmente verdadeira e actual no da Engenharia

Sendo assim é premente que da escola o engenheiro saia em condições de iniciar imediatamente trabalho útil.

Evidentemente que falar da preparação científica do engenheiro implica antes de mais analisar o que se entende por engenheiro, o que é próprio do engenheiro.

Se pretendessemos classificar um engenhiro por aquilo que faz e, portanto, procurar uma difinição que satisfizesse às diversas actividades exercidas por engenheiros tal definição deveria ser muito difícil de dar.

Efectivamente não só encontramos engenheiros espalhados pelos mais diversos campos de aplicação mas ainda em cada um deles exercendo as mais diversas e diferenciadas funções: administração, gabinete de estudos, secção de projectos, laboratórios de investigação e até como simples arquivista, tudo isso pode ser realizado por engenheiros dentro de um organismo.

Contudo, sendo impossível por esta via estabelecer de forma simples uma definição, deve haver alguma coisa de comum a todos os engenheiros pois que se fala do «espírito de engenheiro» da «maneira de ser do engenheiro» e fala-se do «engenheiro». Associa-se-lhe pois um conceito determinado, a dificuldade é defini-lo.

Parece que a definição deve resultar mais duma atitude que pròpriamente duma função desempenhada e embora não se pretenda que, filosòficamente ou legalmente, o que se vai dizer seja um determinante exacto do que é ser engenheiro julgo que ser engenheiro é antes de mais nada uma atitude de aguda consciência perante o real.

É esta agudeza de consciência perante o real que é atributo bem próprio do engenheiro.

Que é pois o engenheiro?

Engenheiro é aquele que deve conceber e, além de conceber, deve materializar as suas concepções em realizações condicionadas ao seu tempo e à sua geografia.

O seu tempo é a época e essa época é que lhe impõe as premências e exigências da mesma.

Ainda ontem se lançaram os primeiros foguetões e já hoje se quer atingir a Lua. Mal se adivinha a existência dum determinado produto químico e imediatamente se exige o seu fabrico em escala industrial.

E quem exige nem sequer são as entidades técnicas mas todos em geral através das mais variadas sugestões e a oferta aliciante das aplicações que as mais recentes descobertas podem ter.

Esta a premência da época a qual, longe de restringir a actividade do engenheiro, é uma fonte de frutuosos estímulos e entusiasmos.

Ainda a época traduz um outro facto fundamental pois representa um estado que a ciência aplicada e a tecnologia dos materiais atingiram.

Portanto, o engenheiro dentro da sua época tem que resolver o problema com aquilo que a ciência aplicada lhe pode dar sobre o conhecimento dos fenómenos, com a tecnologia que dispõe e ainda em harmonia com a sua época ele tem de se submeter aos condicionalismos económicos de modo que as suas realizações apresentem estabilidade não só no aspecto técnico em si mas ainda sob o ponto de vista dos gastos materiais que acarretam.

A geografia influencia também de maneira importante a actividade do engenheiro.

Por um lado existem problemas cujo trato é específico do país onde devam ser considerados, por outro nem todos os países exibem as mesmas possibilidades técnico-económicas.

Por este facto as concepções dos engenheiros devem convergir em grande parte para o seu próprio país.

Engenheiro representa assim uma profissão fortemente devotada à Nação.

A consciência do real implica que o engenheiro deva ter ainda uma consciência exacta daquilo que sabe e do que não sabe. E diríamos até que é mais importante a consciência do que não sabe do que a consciência do que sabe

Há determinados domínios das ciências, mesmo das aplicadas, em que não saber significa esperar.

Mas esperar, esperar passivamente pelo menos, não é atitude muito consentânea com o que se exige ao engenheiro e, assim, quando depara com alguma dificuldade deste tipo ele tem que resolver a sua própria ignorância.

Ora é a consciência desta ignorância e os métodos de a obviar que são bem típicos do engenheiro.

Um exemplo apenas dos muitos que se poderiam enumerar.

É do conhecimento comum que entre muitas outras necessidades o engenheiro precisa de calcular, fazer cálculos.

Calcular é prever cientìficamente e por via analítica uma situação que se vai realizar, é prever a fadiga, o esforço a que determinado material vai estar sujeito, o qual não pode exceder, por motivos de segurança, determidados limites que se conhecem.

É importante pois que o engenheiro tenha a consciência exacta do valor dos resultados que obtém e, como na generalidade dos casos, nunca se realizam na prática as hipóteses simplificativas em que baseou os seus cálculos ou há sempre lugar para a ocorrência de factos que modificarão, pelo menos momentâneamente, o estado normal das coisas, o engenheiro tem que admitir um afastamento entre o que calculou e o que efectivamente se observa.

Tem que se lançar mão do coeficiente, do factor de segurança.

O factor de segurança mede em cada época o grau de ignorância consciente do engenheiro.

Mas não podemos manter uma atitude calma e descansada em relação aos factores de segurança porque admiti-los em excesso é fazer dispêndios materiais muito superiores ao que realmente se exige.

Há então que rever a situação e um sentido de progresso na engenharia é exactamente tentar reduzir os coeficientes de segurança.

Tal redução implica um melhor conhecimento dos fenómenos. Mas como por outro lado nem sempre é possível melhorar as condições de cálculo o engenheiro tem que recorrer a outra via, à experiência.

Na maioria dos casos não é viável, porém, experimentar realizando exactamente a título de experiência o que se pretende.

Nestas condições o engenheiro recorre à técnica de modelos reduzidos simulando à escala conveniente a realidade, e, então, ele experimenta a partir de observações e medidas.

Observar, experimentar, medir e interpretar resultados são tarefas bem próprias do engenheiro sobretudo do engenheiro do mundo moderno em que os métodos da engenharia, abandonando o empirismo primitivo, entraram definitivamente no caminho técnico-científico.

* * *

Chegamos deste modo à conclusão que o engenheiro tem que resolver em plena consciência problemas fortemente condicionados.

E todos sabemos que quando o número de condições aumenta mais difícil se torna encontrar uma solução conveniente.

Isto significa que o engenheiro é um homem de ciência complexa, um homem de problemas complexos e, quando assim é, a resolução desses problemas nunca apresenta uma via única de trato, nunca apresenta uma só solução havendo sempre lugar para admitir, arbitrar e acima de tudo e finalmente decidir.

De tudo o que se disse já se pode avaliar que a preparação científica do engenheiro deve ser bastante complexa e ter ainda a sua faceta própria.

Na realidade precisa servir as suas conclusões com uma lógica positiva.

Precisa de conhecer a matemática para conduzir os seus estudos analíticos e realizar os seus cálculos.

Precisa de conhecer a física e a química que lhe dão as leis, os conhecimentos dos fenómenos e os dados sobre os materiais que dispõe para as suas realizações.

Precisa de conhecer a tecnologia dos materiais de construção.

Precisa de especializar os seus conhecimentos aprofundando e ocupando-se apenas dum determinado campo de acção: a sua especialidade.

Deste modo o curso de engenheiro é constituído por cadeiras gerais e cadeiras da especialidade.

Dentro das cadeiras gerais encontram-se as cadeiras de Matemática, de Física e Química.

As cadeiras da especialidade variam no seu grau de generalidade mas todas versam um campo bem definido de aplicação.

Vejamos brevemente qual o valor de cada no vosso curso.

É evidente que uma das finalidades da matemática é dar aos engenheiros uma formação lógica, uma mentalidade positiva que conclua quando pode concluir e que não conclua quando não pode concluir.

Mas o tempo é curto e uma vida é pouca para que nos possamos dar ao luxo de ensinar só para exercício, assim o ensino da matemática deve visar objectivamente a sua finalidade — matemática para engenheiros.

A matemática do engenheiro deve-lhe permitir resolver problemas, deve ainda dar-lhe os métodos aproximados, iterativos, gráficos, etc., que permitam ao engenheiro resolver até ao fim o problema que visa.

Não cabe ao engenheiro desenvolver a matemática mas sim aproveitá-la.

É preciso pois que dentro dela tome uma atitude de aproveitamento útil e que tenha sempre a preocupação de chegar ao fim.

Um integral a prémio não é coisa que interesse muito ao engenheiro, interessa-lhe sim conhecer o método de obviar o facto do integral estar a prémio.

Por outro lado convém ainda dizer-se que cada vez mais a engenharia se socorre da matemática e que não pode aspirar a uma posição superior no mundo técnico-científico actual o engenheiro que ignore a matemática e nem sempre na engenharia a matemática vai para os terrenos da simplicidade.

Vejamos agora o papel da Física.

A Física é a ciência fundamental do engenheiro. É ela que informa e ilumina o conhecimento que numa dada época temos dos fenómenos das leis que os regem; algumas cadeiras de Química têm papel semelhante na respectiva especialidade.

O engenheiro não é nem um matemático nem um físico mas está mais próximo do último que do primeiro.

Isto significa que o engenheiro comum mesmo que não tenha preocupações de investigação técnico-científica pode enjeitar menos os conhecimentos da Física que os da Matemática.

Isto porque a Física trata directamente com os fenómenos e a Matemática representa já um meio superior de os estudar.

Ora nós podemos não querer estudar os fenómenos mas não podemos evitar a sua presença e as suas consequências.

Por outro lado não são raros os exemplos em que a matemática é insuficiente para levar até ao fim de maneira simples e económica o estudo dum determinado assunto.

Assim, teremos que abdicar dum estudo analítico recorrendo apenas ao comportamento fenomenológico.

O engenheiro pode em muitos casos ignorar em rigor o quantitativo de certas grandezas mas não pode nem deve ignorar a causalidade dos fenómenos.

A lógica do físico é distinta da do matemático e permite muitas vezes apenas pela inter-

pretação física a eliminação de soluções estranhas e a escolha do correcto caminho na investigação.

O engenheiro terá pois que conhecer bem o ramo da Física que informa o campo especial do seu interesse e o menos que se lhe exige é que conheça bem a sua fenomenologia.

Daí o dever incidir sobre todos os resultados e factos observados uma interpretação física conveniente.

Mas já se disse que compete ao engenheiro experimentar e medir. A escola e a mentalidade que devem presidir a estas duas acções encontram-se e aprendem-se exactamente na Física.

Finalmente atingimos as cadeiras da especialidade e são essas que espelham com mais realidade o que é e o que preocupa o engenheiro.

A essas cadeiras deve o aluno dedicar a maior atenção pois que nelas encontrará os métodos próprios da engenharia.

Cada uma dessas cadeiras é insuficiente para cobrir tudo quanto o futuro engenheiro venha a necessitar mas deve-lhe dar a informação e a atitude conveniente para a resolução de todos os problemas que actualmente se possam prever dentro dum campo especial de aplicação.

Para a preparação dessas cadeiras, sobretudo para as dos últimos anos, solicita-se do aluno um grande esforço de cooperação e assim não se deve limitar a ter uma atitude passiva perante as matérias que lhe são dadas mas, ainda, procurar desde já interpretar a realidade que lhe está patente em muitas obras realizadas. Deve consultar revistas da especialidade, deve estar desperto perante as experiências que realize nos laboratórios, deve incessantemente contactar com o professor dessa cadeira para que este o oriente no estudo não exactamente da matéria dada mas em todos os aspectos complementares que voluntàriamente queira esclarecer.

* * *

Agora que falámos das matérias falemos de quem as administra, o professor. E se o fazemos é porque o professor e a sua obra representam um valor que nem sempre os alunos sabem aproveitar nem estimular.

O que é o professor?

Por dever de ofício o professor é o investigador do essencial. Que outra coisa não investigue deve pelo menos investigar o essencial.

Compete ao professor duma determinada cadeira averiguar o que vale a pena ensinar, o que é factor comum de utilidade para todos, dar os princípios gerais que informam a matéria de que é responsável.

No «Diário de Notícias» de 7-XI saíu um artigo do Prof. Reinaldo dos Santos, denominado «As Universidades e a Investigação Científica» onde em determinada altura se diz:

«Porque quem não possui a filosofia da sua ciência não possui a própria ciência.

Parece-me muito justa e sábia asserção e creio que de certo modo pode servir para orientar e esclarecer qual a acção do professor.

Efectivamente só pode possuir uma dada ciência quem possui a filosofia dessa ciência:

E possuir a filosofia duma ciência é de certo modo ter subido ao ponto mais alto dessa ciência, é ver a planície do alto da montanha e por esse processo apreender a sua fisionomia e fronteiras ficando a conhecer assim o seu enquadramento na actual filosofia do conhecimento.

Tudo isto exige meditação, consulta de muitos trabalhos, adopção de métodos de ensino e o aluno que assiste a uma aula onde durante uma hora o professor expõe com simplicidade e sem esforço a matéria não avalia bem o que isso significa e não aceita por vezes a oferta valiosa dessa ajuda.

Acreditamos que o professor pela sua própria natureza não é substituível com vantagem por qualquer outro meio de ensino.

A não assistência às aulas, ou a assistência pouco consciente é grave erro de que muitos não se apercebem.

Os alunos devem ir às aulas e contactar com o professor.

Ao professor interessa ser ouvido e sobretudo ser ouvido por um público atento e consciente; as dúvidas que lhe sejam postas são estímulo importante e talvez o único processo de aperfeiçoar o profesor.

* * *

Finalmente vou terminar e ao fazê-lo desejo exprimir os meus votos sinceros de que cheguem até ao fim do curso que escolheram.

E quando terminarem escolham bem o vosso campo de aplicação para que aí possam permanecer a vida inteira. Especializem e aprofundem os vossos conhecimentos naquilo que lhes for mais grato. Só por essa via poderão atingir a fronteira do conhecimento e só quem atinge a fronteira do conhecimento pode ter a pretensão de dar um passo em frente.

No entanto, não esqueçam nem menosprezem a cultura geral porque só com ela se pode avaliar o real valor da nossa obra e o lugar da nossa ciência nos diversos aspectos da actividade humana.

Só o homem culto pode ser o crítico útil da sua ciência e só a auto-crítica consciente e justa é susceptível com algum êxito de corrigir o homem e a sua obra.

Tenho dito.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92,0 % dos totais do País.*

OUTUBRO

I — Breve nota mensal

Sobre o ponto de vista hidrológico, o mês de Outubro apresentou-se acima da média na Zona Norte e abaixo da média na Zona Centro, resultando no conjunto acima da média.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	115,9	218,9	+ 89
Produção térmica (P_t)	38,9	0,0	— 100
Produção total (P_T)	154,8	218,9	+ 41
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	5,8	49,8	—
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	140,4	155,1	+10,5 (2)
Consumo total (C_T) . . . . (1)	146,2	204,9	+ 40

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1958

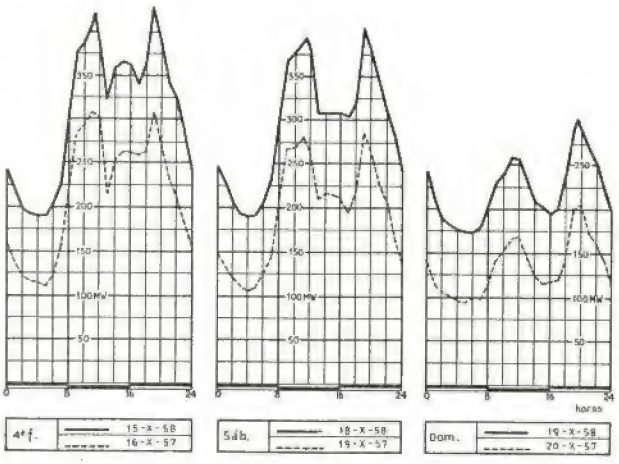
	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1574,4	1948,8	+ 24
Produção térmica (P_t)	90,7	40,0	— 56
Produção total (P_T)	1665,1	1988,8	+ 19
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	272,4	448,5	+ 65
Cons. permanentes (C_p). . . (1)	1308,3	1426,6	+ 9,1 (2)
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1580,7	1875,1	+ 19

(1) Vidè nota referente ao mês de Janeiro de 1957.

(2) O aumento percentual dos consumos permanentes tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, foi respectivamente de 9,9 e 9,1 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	16-10-957	15-10-958
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3700	7485
Produção térmica (P_t) — MWh . .	1579	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5279	7485
Utilização da ponta (U) — horas	16,9	17,6
Factor de carga (α)	0,70	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,36	0,44



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Paradela	0,0	0,0
Venda Nova	102,5	80,1
Salamonde	8,0	28,9
Caniçada	24,9	75,3
Guilhofrei	1,5	17,9
Lagoa Comprida	11,3	38,5
Santa Luzia	15,6	25,3
Cabril	256,1	75,5
Castelo do Bode	120,2	73,7
Pracana	0,0	0,0
Póvoa	2,9 (2)	25,9
Ponsul	0,1	2,2
Total	543,1	51,8

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal

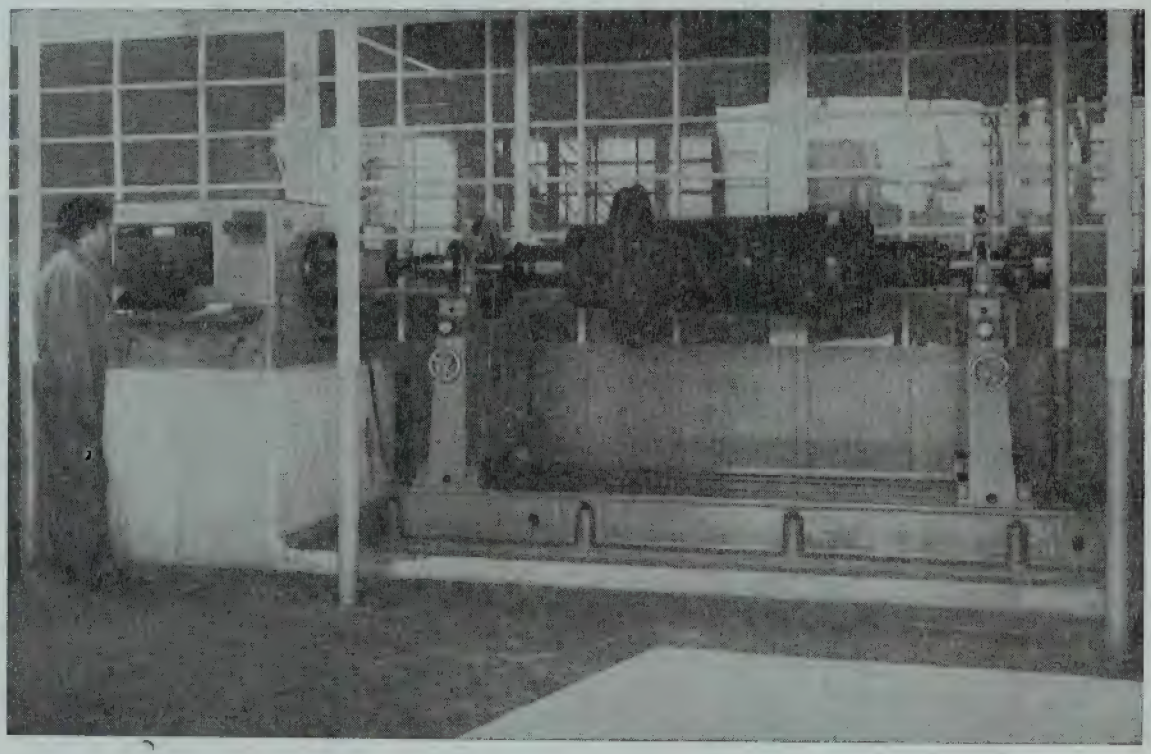
Tramo metálico de ponte rodoviária com 70 m de comprimento a instalar sobre o rio Pungue (Moçambique). — ENSAIO DE CARGA EM FÁBRICA

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

C. D. U. 552.11

QUÍMICA-FÍSICA DA PETROGÉNESE

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES GERAIS

PELO ENG.º DE MINAS (I. S. T.) LUÍS AIRES-BARROS
Assistente do I. S. T.
Investigador da Junta de Investigações do Ultramar

« . . . l'ingénieur des Mines est lié à la Terre non seulement par son corps, mais aussi, dans une certaine mesure, par son âme. A partir du jour de ces épousailles mystérieuses, une vie nouvelle commence pour lui; la Minéralogie et la Géologie forment, au début de ce renouvellement, les toutes premières leçons, le fondement même de la connaissance; et quand cette base est cachée, et qu'on ne la voit plus, elle n'en supporte pas moins tout l'édifice».

PIERRE TERMIER
in «À la Gloire de la Terre»

I

A Petrogénese, não podendo escapar ao determinismo das Ciências Naturais, é regida pelas leis básicas da Física e da Química, fundamentalmente pelos princípios da Termodinâmica.

Turner e Verhoogen, no seu livro, já clássico, «Igneous and Metamorphic Petrology» são peremptórios a esse respeito: «there is no doubt, therefore that the serious student of petrology, who wishes to interpret correctely new data and explore successfully new fields, will find ample reward for the efforts he makes at mastering the thermodynamics tools» (10, pág. 6).

A Petrografia fornece-nos amplo campo de observação de fenómenos cujas causas intrínsecas são explicadas por princípios termodinâmicos de equilíbrio físico-químico que abordaremos em seguida, procurando dar uma rápida visão de conjunto, para, depois, os aplicarmos a casos concretos, explicitando-lhes, tanto quanto possível, o significado petrológico.

A análise das funções termodinâmicas, entalpia — H —, energia livre de Helmholtz — F — e entalpia livre, também dita energia livre de Gibbs — G —; permite-nos estabelecer as seguintes condições de equilíbrio:

a) Num sistema a pressão e volume constantes.

$$d\,F \leqslant 0 \qquad (1)$$

Ou seja, haverá equilíbrio quando a energia livre de Helmholtz for mínima.

b) Num sistema a pressão e temperatura constantes.

$$d\,G \leqslant 0 \qquad (2)$$

Donde se conclui que haverá equilíbrio quando G for mínimo.

c) Se considerarmos, ainda, o caso dum sistema isolado ($d\,Q = 0$) teremos, da equação que traduz o segundo princípio da Termodinâmica,

$$d\,S \geqslant 0 \qquad (3)$$

Portanto, num sistema isolado, haverá equilíbrio quando a entropia for máxima.

As condições de equilíbrio expostas são as que regem os fenómenos naturais. Para o nosso caso interessa considerar as transformações sofridas à superfície da Terra, ou quando muito

na crusta terrestre. Então é-nos, particularmente útil, a condição da alínea *b*) $d\,G \leqslant 0$.

Todas as transformações da crusta terrestre se dão no sentido dum maior equilíbrio, quase sempre nunca atingido, o que exigia que a pressão e a temperatura se mantivessem constantes indefinidamente, o que é uma impossibilidade física natural.

Qualquer reacção físico-química se pode exprimir por uma equação que nos traduza a transição dum estado para o outro.

Assim, se:

$$d\,G = 0$$

Os reagentes estão em equilíbrio com os produtos da reacção, o sistema está em equilíbrio termodinâmico;

$$\text{se:} \quad d\,G < 0$$

A reacção tende a dar-se no sentido em que é escrita, evoluindo expontâneamente;

$$\text{e se:} \quad d\,G > 0$$

A reacção tende a dar-se no sentido contrário ao daquele em que é escrita e exige energia para evoluir no sentido que desejamos.

Os átomos dos diferentes elementos constituintes dos minerais tendem a ordenar-se segundo um arranjo que lhes confira o mínimo de energia potencial ou de posição. Deste modo dispõem-se em fiadas que definem planos que originam uma rede, ou seja, um edifício cristalino.

Assim chegamos à noção de matéria cristalina que é um meio periódico formado pela interpenetração de várias redes, cada uma contendo nós homólogos entre si.

Segundo a teoria atómica os estados da matéria vão desde a completa desordem, nos gases, até à completa ordem, nos cristais. Teòricamente, num cristal perfeito, a 0° K, teremos $S = 0$.

O conceito de entropia é básico para o estudo dos sistemas materiais que nos interessam. A Mecânica Estatística fornece-nos um meio de explicitarmos o seu significado físico.

Se for W a probabilidade de existência do sistema, ou seja, o número das configurações possíveis que o podem definir, cabalmente, a sua entropia será:

$$S = K \log W \qquad (4)$$

Num gás é impossível definir a entropia em função dum determinado W, o que se pode afirmar é que a entropia é directamente proporcional aos desvios da curva que representa a distribuição das frequências das velocidades das moléculas, ou seja: S aumenta com o logaritmo da probabilidade.

No caso dum cristal perfeito, a 0° K, já temos todas as partículas em posições bem definidas e estáticas. São perfeitamente determinadas em função das constantes recticulares; então diremos que só há uma possibilidade de estado e $W = 1$, donde:

$$S = K \log 1 = 0$$

Desde que se aumente um pouco a temperatura a entropia aumenta, as constantes recticulares já não nos definem, perfeitamente, a posição das diferentes partículas que passam a ter um movimento oscilatório em torno da posição que ocupavam a 0° K.

Como vimos a estrutura dum cristal é determinada pela tendência, dos átomos constituintes, a tomarem posições que lhe confiram um mínimo de energia potencial. Esta tendência pode-se exprimir em função da energia recticular U, que é a energia que um dado cristal absorve quando é completamente disperso nos seus iões constituintes. O valor de U, para os compostos binários, é dado pela fórmula de Born e Landé, que também é usada para substâncias mais complexas. É de esperar que quanto maior for U, maior será a energia necessária para quebrar o cristal nos seus iões constituintes.

A crusta terrestre ou litosfera é uma formação polifásica, portanto heterogénea. Cada uma das fases é constituida pelos minerais. Estes são entidades de estrutura cristalina, cuja unidade básica é o átomo. Do estudo conjugado do comportamento atómico dos diferentes elementos, principalmente da sua configuração electrónica, com as condições de equilíbrio termodinâmico expostas, a que se deve juntar a regra das fases de Gibbs, com a sua variante mineralógica devida a Goldschmidt, podemos não só explicar muitos

fenomenos da petrologia e da metalogenia, como até prevê-los.

Interessa-nos, apenas, focar que a distribuição dos electrões, pelos diferentes níveis de energia, é regida pelos seguintes princípios:

— Princípio da exclusão de Pauli

«Num sistema atómico não podem existir dois electrões com os quatro números quânticos iguais».

— Princípio da multiplicidade máxima

«O preenchimento preferencial e total das orbitais dá-se antes do acoplamento dos electrões».

A estes dois princípios fundamentais devemos juntar um outro, do âmbito da Mecânica Geral e que afirma que o estado estável normal dum sistema mecânico é aquele a que corresponde um mínimo de energia total dos seus componentes

Da assimilação destes princípios podemos, ao observarmos a classificação periódica dos elementos, tirar úteis conclusões.

Foi Goldschmidt quem primeiro apresentou uma classificação geoquímica dos elementos. Esta classificação, de profundo interesse petrológico e metalogenético, é governada pela configuração electrónica dos átomos e, além disso, as suas divisões, com o que estabelecem um parcelamento geométrico da classificação periódica.

Goldschmidt admite quatro classes:

a) *Elementos litófilos* — são os que formam, fàcilmente, iões com oito electrões na camada mais externa. Nesta classe se incluem os constituintes normais das rochas, ou seja, os elementos alcalinos, alcalino-terrosos, terrosos e halogéneos.

b) *Elementos calcófilos* — são os do grupo B (sistemática de H. Remy) que contêm dezoito electrões nas camadas exteriores. São elementos metálicos com grande afinidade para o *S* com o qual formam os sulfuretos naturais mais vulgares: galena, blenda, argentite, etc.

c) *Elementos sideróflos* — são os do Grupo VIII e alguns vizinhos (Mo, W, Re e Au) cujas camadas exteriores de electrões estão incompletamente cheias.

Constituem os elementos de transição.

d) *Elementos atmófilos* — são o H, N, C e os gases inertes.

Da análise da classificação periódica dos elementos há algumas conclusões que se podem tirar e que interessa mencionar:

1 — Entre os elementos dum mesmo grupo da classificação o raio atómico aumenta concomitantemente com o aumento de Z dos elementos.

Na realidade o crescimento do número atómico equivale a um maior número de órbitas, portanto a um maior raio atómico.

2 — Nos iões positivos, com a mesma estrutura electrónica, o raio iónico diminui à medida que aumenta a carga.

Um átomo corresponde a um estado de equilíbrio eléctrico, portanto, quantos mais electrões perder, maior é a sua carga e, consequentemente, menor o seu raio iónico.

Vejamos, concretamente, por exemplo, o que se passa com os elementos da segunda fiada da classificação periódica:

		Na	Mg	Al	Si	P	S	...
n = 3	Z	11	12	13	14	15	16	...

Escrevamos a estrutura electrónica de cada um dos átomos dos elementos considerados:

$$
\begin{array}{lll}
\text{Na} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^1 \\
\text{Mg} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^2 \\
\text{Al} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^2\ 3p^1 \\
\text{Si} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^2\ 3p^2 \\
\text{P} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^2\ 3p^3 \\
\text{S} & - \; 1s^2\ 2s^2\ 2p^6 & \mid\ 3s^2\ 3p^4 \\
\vdots & \quad \underbrace{\qquad\qquad}_{2\,+\,8} & \mid\ \vdots
\end{array}
$$

Os diferentes átomos, por perda de electrões à direita da linha vertical a tracejado, passam a iões todos com a mesma estrutura electrónica: dois electrões na orbita interna e oito na externa. Por outro lado, evidência-se a perda de electrões,

1, 2 . . . 6, à medida que Z aumenta, ou seja, diminuição do raio iónico com aumento de carga positiva, pois este aumento exerce um efeito de atracção dos electrões por parte do núcleo que não é contrabalançado dado o desiquilíbrio eléctrico.

Para o exemplo ser mais completo apresentamos os diferentes valores do raio iónico (r_i)

	Na^+	Mg^{++}	Al^{+++}	Si^{++++}	P^{+++++}
r_i (Å)	0.97	0.66	0.51	0.42	0.35

3 — Há ainda a considerar o caso dos elementos químicos que podem formar iões com cargas diferentes. Verifica-se, então, que, quanto maior for a carga positiva do ião, menor é o raio iónico.

II

Para quem se debruce sobre o microscópio polarizante, estudando rochas, ou sobre o microscópio metalográfico analisando minerais opacos, há um fenómeno, que, de tão vulgar, mais parece regra geral do que excepção.

Trata-se do fenómeno de substituição atómica que está ìntimamente ligado ao de solução sólida.

Uma solução sólida é um sistema com uma só fase e com mais do que um componente. Têm o seu campo de existência restringido pela necessidade dos iões dos elementos terem dimensões idênticas e de, cada um dos componentes, quando existindo como cristais, terem um arranjo recticular semelhante.

Além de se terem de verificar as duas condições atrás mencionadas há que se manter a neutralidade eléctrica pela substituição simultânea de vários iões. Mesmo que as condições expostas se verifiquem e esta neutralidade não se dê, a substituição não se realiza devido à dificuldade em anular o desiquilíbrio eléctrico.

É regra geral não se darem substituições atómicas quando a diferença de carga dos iões for maior do que 1.

A classificação das rochas eruptivas, depende, na sua base, da determinação dos seus feldspatos, bem como da existência ou não de quartzo.

Os feldspatos, quanto aos seus sistemas de cristalização, dividem-se em dois grandes grupos: monoclínicos e triclínicos. Destes últimos vamos considerar as plagioclases.

É vulgar no estudo dos granitos (e granodioritos) portugueses verificarmos que as suas plagioclases vão da albite à oligoclase, passando pela albite-oligoclase e pela oligoclase-albite. Do mesmo modo no estudo das rochas ígneas básicas temos passagens da labradorite à bytownite.

Foi N. L. Bowen quem, pela primeira vez, tentou explicar a génese das plagioclases a partir dum banho magmático. Embora o diagrama apresentado por Bowen não seja, hoje, totalmente, aceite — o que veremos mais adiante — vamos apresentá-lo e estudá-lo.

Bowen verificou que: (2, pág. 33 e seguintes)

Ponto de fusão de anortite — 1.550° C
Ponto de fusão da albite — 1.100° C

Estes dois minerais formam uma solução sólida cujos pontos de fusão estão no intervalo definido por aquelas duas temperaturas.

Para a mistura Ab_1 An_1 o ponto de fusão é 1.450° C e os cristais formados têm a composição Ab_1 An 5.

Temos já quatro pontos que nos vão ajudar a dar uma ideia do aspecto do diagrama explicativo da solução sólida em estudo.

Analisemos o diagrama de equilíbrio da fig. 1.

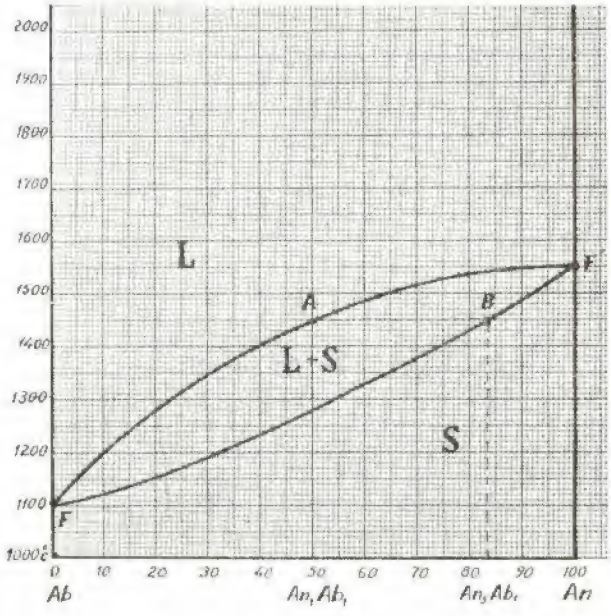


Fig. 1

A curva FAF' separa o «liquidus» — uma fase — da zona de duas fases — «liquidus + solidus» —; por sua vez a curva FBF' separa a anterior do «solidus». É este último o domínio de existência das plagioclase.

Apliquemos a regra das fases de Gibbs ao sistema.

$$V = n + 2 - f \qquad (5)$$

Se considerarmos que a pressão se mantém constante durante o fenómeno de arrefecimento do banho de fusão considerado, aquela regra pode exprimir-se por:

$$V = 3 - f \qquad (6)$$

Para os domínios do «liquidus» e do «solidus» — $f = 1$ — teremos dois graus de liberdade e cada estado do sistema é perfeitamente definido pelas suas coordenadas cartesianas.

Na região a duas fases — S + L — a variância é 1. São necessarias três variáveis para definir o sistema. Escolhida uma delas as outras duas ficam imediatamente definidas. Para uma determinada temperatura teremos, logo, a concentração dum elemento numa das fases e a do outro elemento na outra fase. Os seus valores quantitativos são-nos dados pela regra da alavanca.

No diagrama apresentado nunca temos três fases simultâneamente presentes — $V = 0$ —, o que seria caracterizado por um segmento de recta paralelo ao eixo das abcissas.

Na evolução do sistema Ab. An. dois casos se podem dar:

a) A temperatura vai baixando lentamente permitindo, a cada instante, uma troca iónica entre as fases sólida e líquida, de modo a, em cada momento, haver equilíbrio e homogeneidade entre as duas fases. Neste caso teremos, no fim de reacção, quando se atinge a curva FBF', uma plagioclase homogénea quanto à sua composição global.

b) A temperatura não desce lentamente, a difusão entre os cristais não se realiza, não se dá a homogeneização referida e obtemos plagioclases zonadas com o núcleo mais cálcico e as orlas mais sódicas.

Estes dois casos são normalmente observados no exame microscópico das plagioclases e a sua explicação petrológica, conquanto dada sem se tomar em conta inúmeros factores que na realidade intervêm, pode ser a exposta.

Mais modernamente — 1950 — (11, pág. 572 e seguintes) o próprio Bowen e Tuttle apresentaram um novo diagrama de equilíbrio, para a explicação da génese das plagioclases, condizente com a observação de fenómenos que não eram explicados no âmbito do diagrama da fig. 1. Consistiu esta nova achega para a Ciência na substituição do diagrama representando um sistema formado por dois minerais completamente solúveis no estado sólido, por um outro, traduzindo um sistema formado por dois minerais só parcialmente solúveis no estado sólido. Verifica-se isto a partir dos 700° C, até essa temperatura é válido o diagrama da fig. 1.

Verificou-se que a albite sintética, obtida a partir da cristalização dum «vidro» com a composição da albite pura, apresenta propriedades ópticas e radiogramas de pó diferentes dos da albite, também pura, obtida nos pegmatitos. Verificou-se, por outro lado, que a albite vulgar nas rochas, por aquecimento, se pode transformar numa forma idêntica à sintética. Admitiu-se, então, a existência de uma albite de alta temperatura e outra de baixa temperatura, com ponto de inversão próximo dos 700° C, valor médio encontrado por Bowen e Tuttle nas suas investigações.

Damos um quadro de valores, tirados do trabalho daqueles dois cientistas, que nos dá conta das variações de carácter óptico. Ao leitor interessado na comparação dos espectrogramas de raio X indicamos o trabalho referido pág. 575.

	2 V	ang. máx. ext. ⊥ (010)
Albite de Amélia County, Virginia (dos Pegmatitos)	97°	19°
Albite de Amélia County aquecida	45 – 55°	27 – 36°
Albite sintética	≃ 45°	25 – 38°

Não há dúvida que um exame ao microscópio polarizante, das duas albites, não permite qualquer espécie de confusão. Uma nota curiosa a mencionar é que a primeira referência, conhecida, a um tipo de albite anormal foi feita por Dana em 1906, verificando a análise óptica

duma albite portuguesa — dos Açores — que tinha sido estudada por Fouqué em 1894 e onde se indicava um ângulo 2 V extremamente baixo bem como o ângulo de extinção em secções normais a (010).

No estudo de Bowen e Tuttle, a que nos temos estado a referir, há a considerar a validade do diagrama da fig. 1 para temperaturas acima dos 700° C. Abaixo deste valor o sistema deixa de se manter com composição constante, apenas arrefecendo, para sofrer transformações mais profundas. Assim, as plagioclases de baixa temperatura, como são designadas as que se formam àquem dos 700° C, evoluiriam segundo S. H. Chao e V. H. Taylor — 1940 — (referências in 11) como segue:

Teríamos duas séries isomorfas e independentes. Uma com a estrutura da albite e com domínio até Ab_{78} An_{22}; outra com a extrutura da anortite e com domínio de existência entre An_{68-80} Ab_{32-20} e An_{100} Ab_0. Haveria, ainda, uma terceira série formada por uma mistura destas duas.

Muito mais recentemente Mason apresentou um diagrama síntese para as plagioclases de baixa temperatura que é mais completo do que o tentado por Bowen e Tuttle; aliás Mason baseou o seu no destes autores e em estudos de Buerguer. Será este último diagrama que passaremos a estudar, (5, pág. 106) completando-o, quanto às plagioclases de alta temperatura com o diagrama inicial de Bowen.

No diagrama da fig. 2 há a considerar duas partes. A primeira já foi analisada e mantêm-se válida para as plagioclases de alta temperatura. A segunda parte diz respeito a um sistema eutectóide, tudo se passa no domínio do «solidus».

Se construirmos os diagramas temperatura — tempo pelos cortes 1 e 2 representados teremos:

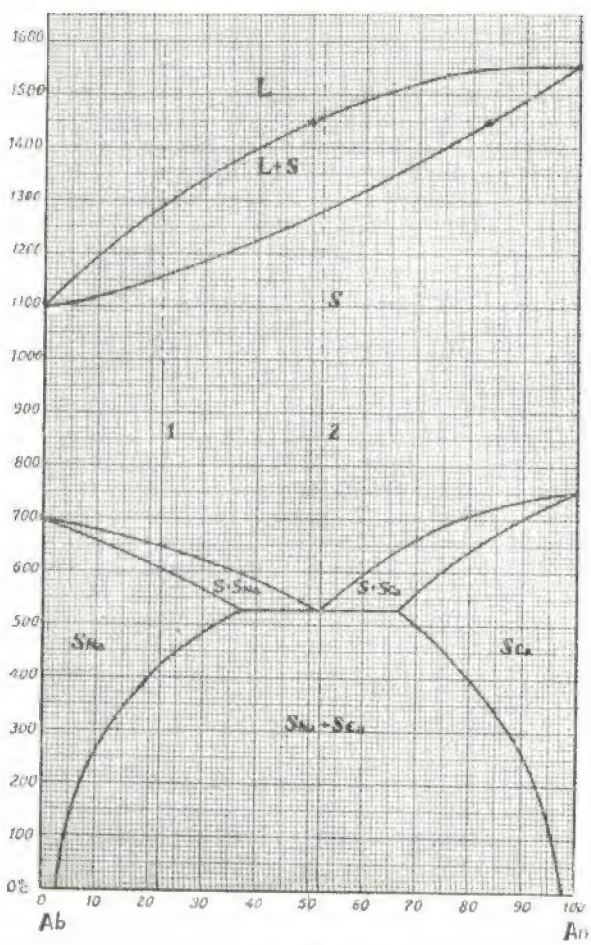


Fig. 2

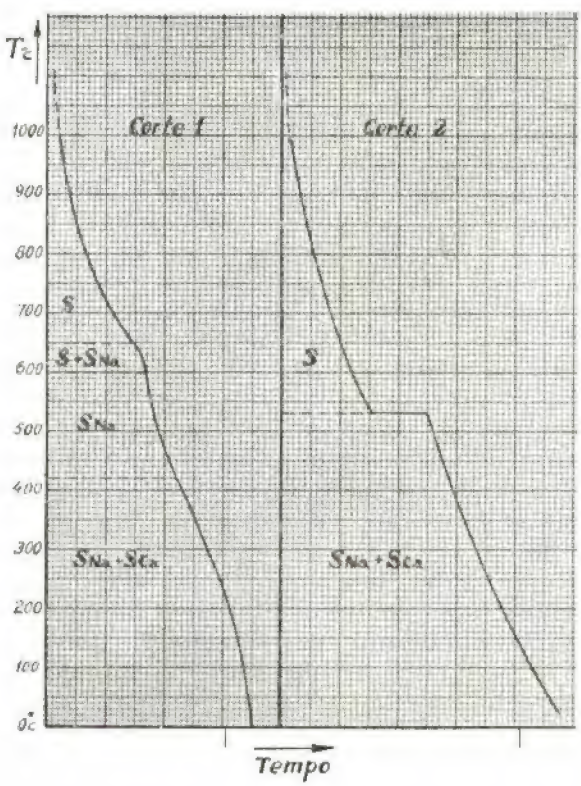


Fig. 3

Segundo o corte 1 não há nenhum ponto de variância nula, a curva de arrefecimento traduz uma precipitação gradual $S \rightarrow S + S_{Na} \rightarrow S_{Na} \rightarrow$ $\rightarrow S_{Na} + S_{Ca}$. Com o abaixamento da temperatura a solução sólida S deixa de ser estável e a

cerca de 650°C inicia-se a precipitação, a partir dela, de S_{Na}. Esta precipitação progride até 600°C, altura a que se passa a ter ùnicamente S_{Na}. A cerca de 420°C repete-se o fenómeno de precipitação duma fase sólida a partir de outra, agora S_{Ca} a partir de S_{Na}.

Segundo o corte 2 a cerca de 530°C temos um ponto eutectóide que corresponde à temperatura mínima a que pode, ainda, existir a solução das variedades superiores. É um ponto de variância nula a que corresponde no diagrama tempo — temperatura um patamar. Nesse ponto a reacção é: $S \rightarrow S_{Na} + S_{Ca}$.

A relação entre a plagioclase de alta e baixa temperatura, cuja génese acabamos de esboçar, é explicada por uma relação de ordem — desordem, ou seja, de entropia ligada à energia livre.

A condição de equilíbrio termodinâmico é-nos dada pela energia livre mínima,

$$F = E - TS \qquad (7)$$

Em rigor devíamos considerar a entalpia livre — G —. Como estamos, teòricamente, a supor o processo isobárico e, dado que se trabalha com um sistema eutectóide, pràticamente, isóstérico, a aproximação é aceitável.

Estruturalmente os feldspatos são formados por uma rede tridimensional contínua de tetraedros de SiO_4 e AlO_4, com todos ou alguns dos elementos Na, K, Ca e Ba nos seus interstícios. Entre os diferentes átomos dos elementos há forças de interacção que são maiores do que as que se exercem entre os átomos dos mesmos elementos, pois neste caso, em vez dum composto, obtínhamos uma mistura mecânica de duas fases. Para que se obtenha um mínimo de energia livre dois casos se podem dar:

1 — A solução sólida é ordenada, portanto, com uma energia interna (E) e entropia (S) pequenas. Tal facto acarreta que as soluções sólidas só podem existir para temperaturas relativamente baixas, visto que o termo que diz respeito à entropia pesa tanto mais quanto maior for a temperatura.

3 — A solução sólida é desordenada, como a energia interna é grande, admite domínios de existência correspondentes a temperaturas mais elevadas.

Daqui se conclui que as estruturas ordenadas tendem a desordenarem-se com o aumento da temperatura.

No nosso caso verificamos que as plagioclases de alta temperatura correspondem a uma solução sólida desordenada e as de baixa temperatura a uma solução sólida ordenada. Do diagrama vemos que estão presentes todos os estados intermédios entre a completa desordem e a completa ordem.

Uma conclusão petrológica que se pode tirar do estudo das plagioclases é a de que, sendo as de alta temperatura vulgares nas rochas extrusivas, a sua presença nas rochas eruptivas plutónicas será uma prova irrefutável da sua origem magmática.

Como vimos a cristalização é, essencialmente, um fenómeno de ordenação. Com o abaixamento da temperatura e consequente cristalização vão-se formando edifícios cristalinos — redes — que actuam como agentes distribuidores dos catiões. Essas redes vão ser condicionadas pela quantidade de Si e Al bem como pela temperatura. Um catião só pode entrar numa rede se for de tamanho adequado e se puder atingir o seu número de coordenação.

Goldschmidt enunciou as seguintes regras que regem o arranjo cristalino.

1 — Se dois catiões têm o mesmo raio e a mesma carga, entram com igual facilidade na rede cristalina.

2 — Se dois catiões têm raios semelhantes e a mesma carga, o ião de raio menor entrará mais fácil e prontamente na rede cristalina.

3 — Se dois catiões têm raios semelhantes e cargas diferentes, o ião com carga mais elevada entrará mais fácil e prontamente na rede cristalina.

As regras enunciadas não têm campo de aplicação universal e absoluto dado que não entram em consideração com a electronegatividade dos elementos. Esta é (Pauling) a característica dum elemento — dependente da sua estrutura electrónica — que define quantitativamente a tendência para a troca ou para a partilha de electrões com outro elemento e que determina o comportamento geral daquele.

Vamos tentar explicar o fenómeno de substituição iónica Na^+, Ca^{++} que, gradualmente, se verifica na série isomorfa das plagioclases, à base das regras acabadas de expor.

Analisemos o seguinte gráfico em que, apenas, consideramos os elementos fundamentais dos feldspatos.

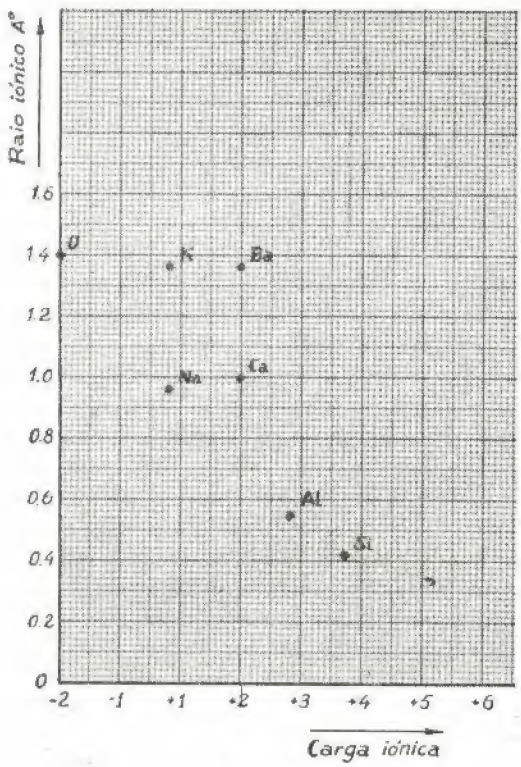


Fig. 4

Por sua vez as electronegatividades dos catiões principais são:

$K^+ \rightarrow 0.8$
$Na^+ \rightarrow 0.9$
$Ca^{++} \rightarrow 1.0$
$Ba^{++} \rightarrow 0.85$

Da fig. 4 e dos valores das electronegatividades obtemos:

— Raios iónicos semelhantes: $Na^+ \rightarrow r_i \simeq 0.86$ Å
$Ca^{++} \rightarrow r_i \simeq 1.00$ Å

— Carga iónica: A de Ca^{++} sensìvelmente dupla da de Na^+.

— Diferença de electronegatividade: 0.1.

Pela terceira regra de Goldschmidt o Ca^{++} entrará mais fàcilmente na rede cristalina das plagioclases. É o que se verifica, na realidade, visto que as plagioclases formadas no início são mais ricas em Ca e vão empobrecendo neste elemento com o prosseguimento da cristalização. Nas plagioclases zonadas o fenómeno tem realce especial.

Continuando na nossa análise verificamos que, na passagem da albite para a anortite, se vai dar uma substituição de Na^+ por Ca^{++}. Como já frizámos é condição «sine qua non» que o equilíbrio eléctrico do conjunto seja mantido, isto independentemente da conformidade de raios iónicos.

Tal equilíbrio eléctrico exigido é, efectivamente, obtido pela substituição do Al^{+++} pelo Si^{++++} paralela à do Na^+ pelo Ca^{++}.

Assim:

Albite $\quad Si_3\,O_8\,Al\,Na \rightarrow 3\,Si^{4+} + 8O^{--} + Al^{3+} + Na^+ = 0$

Anortite $\quad Si_2\,O_8\,Al_2\,Ca \rightarrow 2\,Si^{4+} + 8O^{--} + 2\,Al^{3+} + Ca^{2+} = 0$

Do importante grupo dos feldspatos acabámos de analisar, apenas, as plagioclases. No entanto os feldspatos não estudados apresentam relações e fenómenos extremamente curiosos, também explicados pelos conceitos e princípios expostos e usados. Consegue-se estabelecer a ligação dos feldspatos potássicos com as plagioclases, ligação essa, feita — via baixa temperatura — pelas pertites e anti-pertites; — via alta temperatura — pela ortose sódica e anortose.

A microclina e a sanidina são polimórficas com uma relação de ordem-desordem, estando os átomos de Si e Al distribuídos ao acaso na sanidina e ordenados na microclina. Por outro lado a ortose e a adulária são considerados estruturalmente intermédios entre os dois primeiramente referidos. Admite-se que muita ortose tenha, inicialmente, cristalizado como sanidina. A adulária é considerada uma forma metaestável que se originou dentro do campo de estabilidade da microclina. Devido à rapidez da cristalização não se realizou o arranjo ordenado do Si e Al. A alta temperatura há uma solução sólida entre $K\,Al\,S_3\,O_8$ e $Na\,Al\,Si_3\,O_8$, os mem-

TEODOLITOS

CONSTRUÇÃO DR. H WILD

DK 2
DKM 2
DKM 2-U
DKM 2-T

SÃO DE LONGE O QUE DE MELHOR SE FABRICA EM TODO O MUNDO!

Precisão inexcedível
Manejo facílimo
Construção robusta
A óptica mais luminosa

Aumento da luneta 30×, abertura da objectiva	45 mm
Focagem mínima a	1,4 m
Focagem máxima para leitura dos mm na mira	230 m
Idem para leitura dos cm	500 m
Constante de multiplicação 100, e de adição	0
Peso do equipamento com tripé extensível, sómente . . .	10,9 Kg

KERN & CIE. S. A. AARAU — Suíça

REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & CA. LDA.

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

NOTA — Os teodolitos «KERN» não são aparelhos repetidores, mas sim teodolitos de círculo-duplo, oferecendo portanto maior precisão e um trabalho muito mais simples e mais rápido.

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga minimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

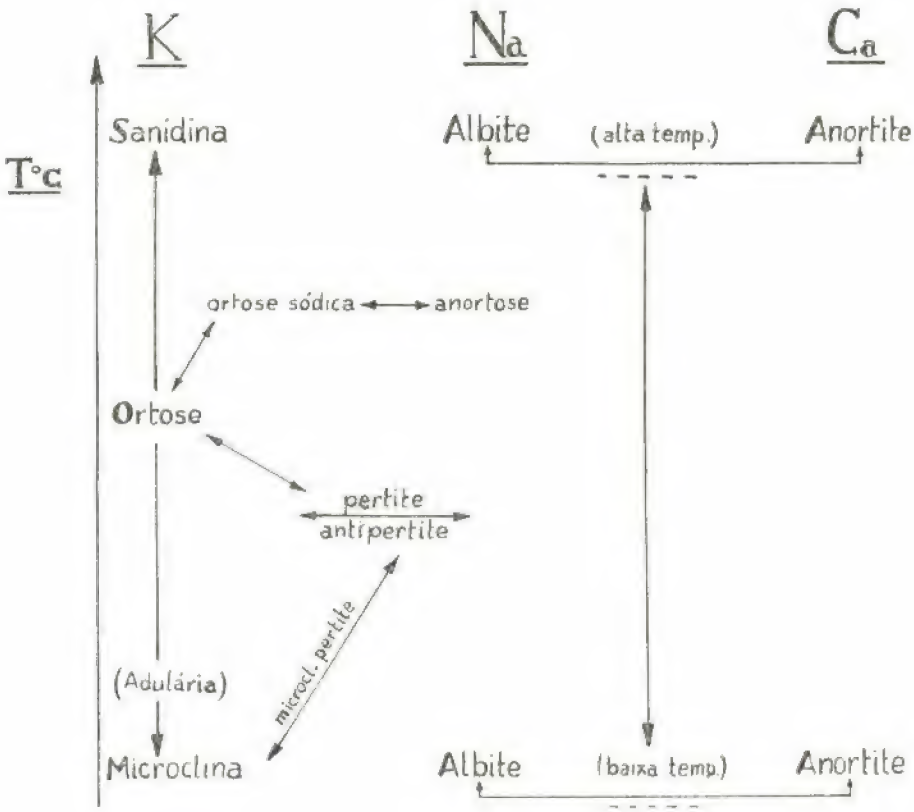
PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

bros mais potássicos são monoclínicos — ortose sódica — os mais sódicos são triclínicos — anortose. A baixa temperatura as soluções sódicas intermédias entre a ortose e a albite são a pertite e a anti-pertite.

Do arranjo estrutural pertitico, em lamelas subparalelas alternadamente sódicas e potássicas concluiremos que, enquanto que a alta temperatura o K^+ e Na^+ estão distribuídos ao acaso, a baixa temperatura estão ordenados dando as referidas lamelas.

Apresentamos uma tentativa de esboço de relacionação dos feldspatos segundo o ião típico e a temperatura, ou seja, o conceito de ordem-desordem. (Quadro I)



Quadro I

III

Pierre Termier, numa magistral conferência feita em Louvain há quase quarenta anos, incluiu o metamorfismo no grupo dos «sete enigmas da Geologia».

Desde então muito se tem avançado no estudo de tal «enigma» e são de salientar os nomes de Eskola, Goldschmidt, Ramberg, Turner, Verhoogen, Barth, etc. Temos, aqui, mais um aliciante problema petrológico.

A primeira questão que se põe consiste em definir, com o rigor que é possível, o conceito de metamorfismo. Este diz respeito ao conjunto de processos que, agindo na crusta terrestre, afectam a estabilidade físico-química dos minerais componentes das rochas, obrigando-os a uma evolução para novas condições mais estáveis.

Durante o processo metamórfico as rochas mantêm-se no estado sólido — não há fusão —, além disso, em geral, não há adição ou subtracção de material que são típicos do metassomatismo. Como Raguin, diremos que o metamorfismo «est une recristallisation des assises géologiques qui transforme les roches préexistantes sans qu'elles perdent à aucun moment leur état solide, tout au moins sans qu'elles le perdent complètement (7, pág. 150).

Ramberg (8, pág. 19) apresenta o seguinte diagrama esquemático que traduz as relações entre o metamorfismo e o magmatismo.

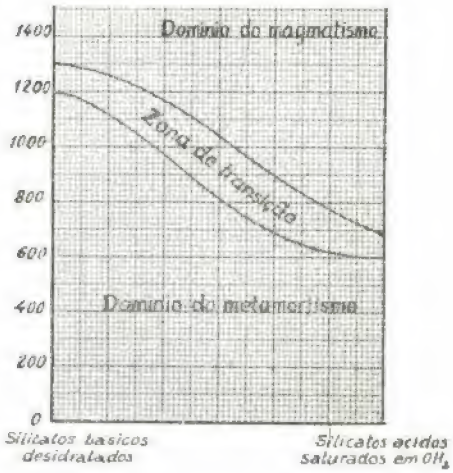


Fig. 5 — Diagrama baseado no de H. Ramberg J. of. Geol. n.º 1, vol. 57 (1949)

Os agentes do metamorfismo são o calor, a pressão (quer orientada, quer do tipo hidrostático) e a acção química activa de fluidos que supomos terem, apenas, acção catalítica.

Chama-se poder de interacção metamórfica a *K* que se pode exprimir como segue: (8, pág. 29)

$$K = A\ e^{-\frac{q}{RT}} \qquad (8)$$

Em que:

A — é uma constante que depende do tipo de interacção. É proporcional à frequência com que as partículas entram na reacção.

q — é o calor de activação molar.

$e^{-\frac{q}{RT}}$ — exprime o número de partículas cuja energia é suficiente para entrarem na reacção,

R — é a constante dos gases perfeitos.

Da análise de (8) vê-se que o poder de interacção *K* aumenta exponencialmente com a temperatura. Verifica-se que a taxa de reacção, entre sólidos, só atinge valores altos quando a temperatura se aproxima da de fusão. No entanto a velocidade da reacção pode ser aumentada, sem se ter que atingir temperaturas tão elevadas, pela entrada em jogo das acções catalíticas de fluidos aquosos ou ricos em CO_2. Todavia vamos tentar examinar casos em que não sendo necessário recorrer à acção de tais fluidos a temperatura de reacção pode ser bastante mais baixa.

Alguns desses factores não são convenientemente realçados, contudo são criadores de fontes de energia — ou favorecem a sua criação — não desprezáveis.

Vejamos alguns:

1 — Pequeno tamanho do grão da rocha preexistente.

2 — Deformações sofridas pelos grãos sob pressões do tipo «shearing-stress».

3 — Irregularidades das superfícies dos grãos.

4 — Existência de certos elementos, não constituintes habituais dos grãos minerais, embora em muito pequena quantidade.

Em 1 temos a considerar que os grãos mais pequenos são os de maior superfície livre por unidade de volume, consequentemente oferecem melhor campo para as trocas iónicas. Por outro lado, um maior número de limites de grão, dado que esses limites são regiões de maior energia livre, correspondem a zonas de maior instabilidade. É natural que se iniciem aí, fenómenos de recristalização, com o aumento da temperatura, para valores mais baixos desta, do que os correspondentes à recristalização no seio dos referidos grãos. Por isso estão as rochas de granularidade fina muito mais «aptas» ao metamorfismo, do que as de grão médio e grosseiro.

De 2 diremos que, se os grãos apresentam deformações, estas originam tensões internas altas, portanto um elevado conteúdo energético. É óbvio que a energia térmica necessária para se atingir a energia total requerida pela transformação metamórfica será a parcela que adicionada à energia de deformação dê aquela. Vê-se que, quanto maior for a deformação, menor será a temperatura necessária para a transformação, isto dentro dos limites que a natureza condiciona.

Em estudos que estamos realizando sobre algumas rochas do Alto Alentejo foi-nos dado verificar que se encontram ortogneisses em que a pertite nos parece ser devida fundamentalmente a exsudações motivadas por pressões fortes. A deformação foi de tal modo intensa que se originou um estado de tensão, em grande parte responsável pelo aparecimento dum componente mineralógico normalmente requerendo temperaturas de formação bastante mais elevadas (banhos fundidos).

Na terceira alínea referimo-nos à irregularidade da superfície dos grãos. Quanto mais caprichoso for o contorno dos grãos não só maior superfície é oferecida às trocas iónicas, como nessas zonas por razões de maior energia livre se originarão, mais fàcilmente, os novos germens cristalinos.

A existência de certos elementos químicos, em pequenas quantidades, pode ter uma acção activante ou retardadora das reacções. Isto dá-se não só pela sua acção química pròpriamente dita como pelas irregularidades e estados de tensão que podem criar no seio das redes cristalinas do hospedeiro.

Verificámos que as reacções se iniciam preferencialmente nas superfícies de contacto dos diferentes grãos, ganhando em seguida, as zonas mais interiores. Para que isto se dê é necessário que haja difusão de átomos ou de iões entre os grãos em contacto.

A difusão, nos sólidos, é regida pela lei de Fick, traduzida pela expressão:

$$dS = -D \cdot s \cdot \frac{dc}{dx} \cdot dt \qquad (9)$$

Em que:

dS — quantidade de substância que se difunde
D — coeficiente de difusão
s — secção através da qual passa dS

$\frac{dc}{dx}$ — gradiente de concentração

Duas conclusões importantes se tiram da equação (9).

— A difusão numa direcção x é proporcional ao gradiente da concentração nessa direcção.

— A difusão depende da temperatura e é fortemente influenciada por ela.

O coficiente de difusão, nos sólidos, tem valores muito baixos, da ordem de 10^{-5} a 10^{-20} cm^2 seg^{-1}.

Como é óbvio a difusão será mais fácil nas rochas de granularidade fina do que nas de grão grosseiro, pois aquelas possuem enormes extensões de limites de grão onde D toma valores elevados em relação aos que adquire no seio dos cristais. Nestes a difusão é, ainda, activada pela existência de defeitos, como posições vagas na rede cristalina, distorções, impurezas, etc.

Fizemos, até aqui, uma análise da influência da temperatura conjugada com factores que não englobam a acção de fluidos de acção química activa. É evidente que tais fluidos— quer soluções aquosas, quer gases como o CO_2 — têm uma acção fundamental pelos fenómenos de dissolução, reprecipitação, etc., que promovem, mesmo que não sejam veículos de material estranho o que já nos faria entrar no campo do metassomatismo.

Há um conceito fundamental no metamorfismo que é o de «fáceis mineralógico». Pode-se defini-lo como o conjunto de rochas formadas ou recristalizadas dentro dum certo domínio, de pressão e temperatura, que é limitado pela estabilidade de certos minerais críticos. A associação mineral duma rocha reflecte as condições físicas sob as quais se desenvolveu e é, pois, o critério de que nos podemos servir para reconhecer uma fácies. Esta compreende todas as rochas que tenham atingido o equilíbrio químico sob determinadas condições físicas. Deste modo o conceito de fácies é uma expressão da regra das fases de Gibbs a que Goldschmidt deu um enunciado particular que se pode exprimir dizendo: *o máximo número de minerais que podem coexistir num estado de equilíbrio estável é igual ao número de componentes na rocha em questão.*

A aplicação da regra das fases no metamorfismo é diferente da que é feita nos diagramas de equilíbrio a partir de banhos de fusão. Aqui é difícil fixar o número de componentes bem como avaliar as possibilidades de reacção entre as fases representadas.

O valor de *n* é tomado como o número má-

ximo de componentes independentes a partir dos quais se podem definir todas as fases minerais que ocorrem num determinado grupo de rochas, sob dadas condições metamórficas.

Goldschmidt, do estudo dos hornefels da região de Oslo, verificou que podia fazer n = 6. No entanto é impossível fazer representações gráficas com sistemas com mais de quatro componentes. Para diagramas claros e de fácil assimilação o ideal é considerarem-se três componentes. É o que se faz usualmente, dado que sob determinadas condições de metamorfismo tais representações são válidas.

Nesses diagramas a natureza e as quantidades relativas das fases minerais são determinadas pelas proporções relativas dos 3 componentes (Al, Fe) O_3; Ca O e (Mg, Fe) O. É, também, possível dividir estes diagramas em domínios triangulares tais que, qualquer rocha metamórfica cuja composição caia dentro dum dado triângulo, se pode supor constituída pelas três fases minerais localizadas nos seus vértices. Mais adiante estudaremos um destes diagramas.

Quanto às fácies mineralógicas atrás definidas elas são classificadas em:

A = Fácies dos «xistos verdes» — baixa T e P moderada.

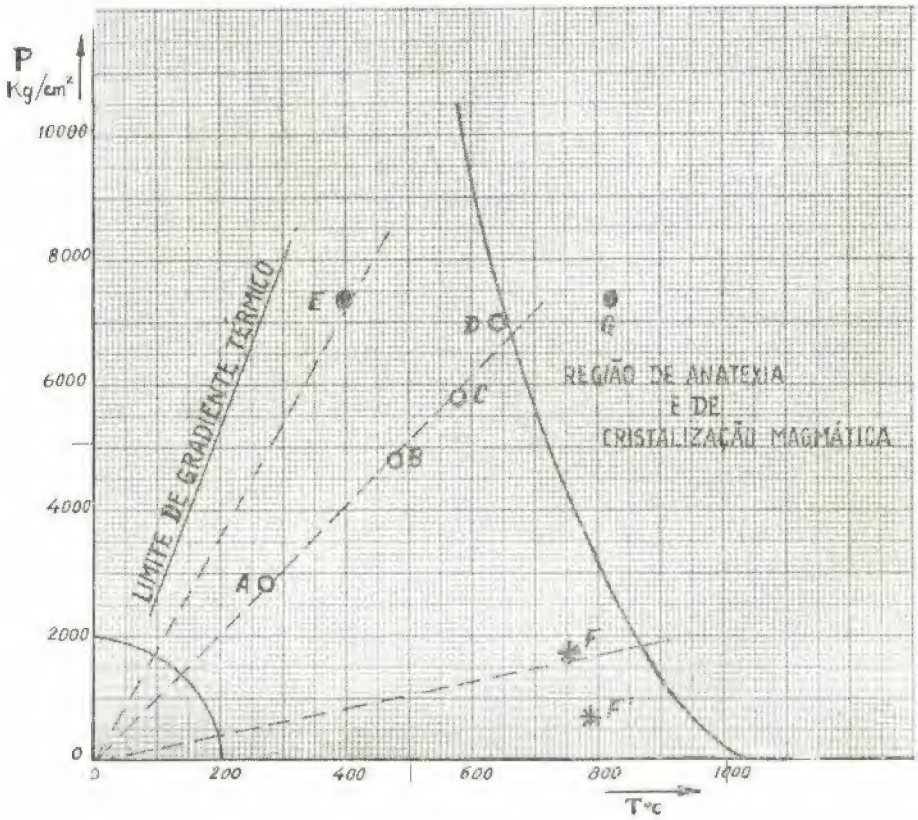


Fig. 6

B = Fácies dos anfibolitos epidóticos — T baixa a moderada; P alta.

C = Fácies dos anfibolitos — T moderada; P alta.

D = Fácies dos leptinitos — T e P muito altas.

E = Fácies dos eclogitos — T muito alta e P extrema.

F = Fácies das corneanas piroxénicas — T alta; P baixa.

F' = Fácies de metamorfismo de contacto — T alta; P mínima.

G = Fácies de anatexia — Transição para o magmatismo.

A partir dos diagramas apresentados pelo Prof. Torre de Assunção (10, pág. 168) e por Mason (5, pág. 256) damos um diagrama em que

um pavimento resistente

de fácil aplicação a frio

Ilustram as fotografias, as três principais fases da aplicação de um pavimento **FLINTKOTE**:

- **Camada de aderência**
- **Espalhamento e nivelamento da argamassa**
- **Afagamento da superfície**

Assim se obtém um pavimento elástico, resistindo a trânsito pesado sem desagregação nem produção de poeiras, mau condutor do som e do calor, impermeável, incombustível e económico.

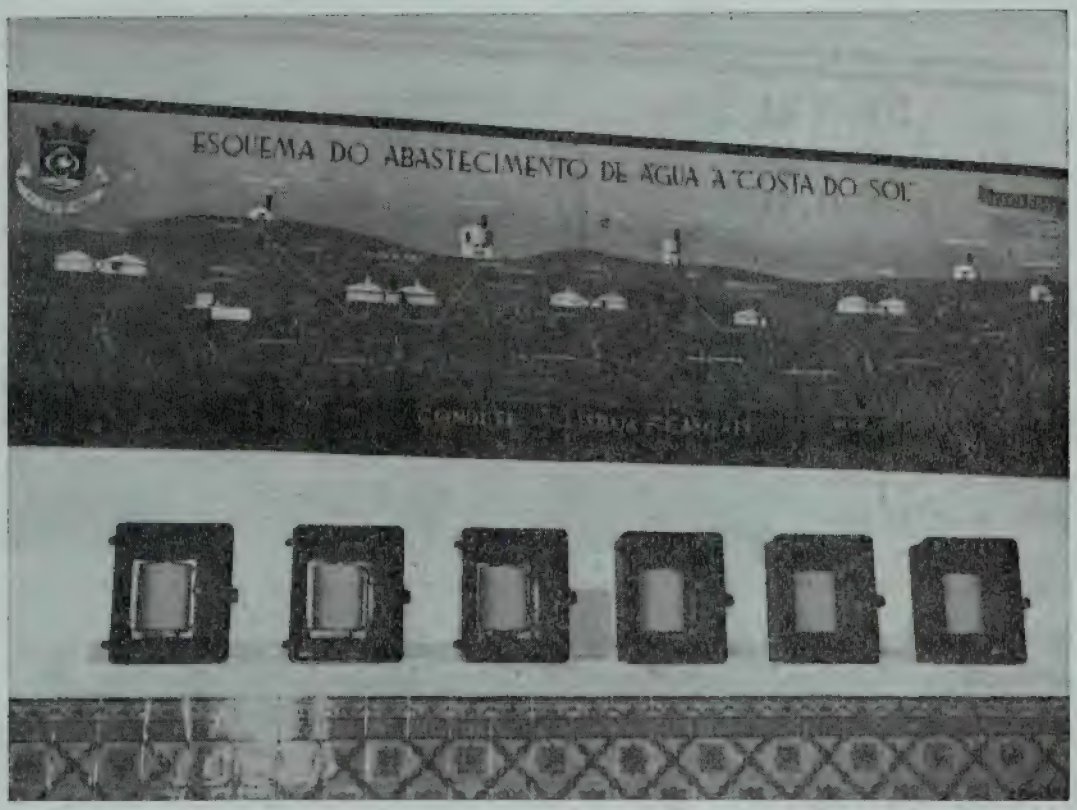
SHELL

FLINTKOTE

EMULSÕES BETUMINOSAS

FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

procurámos relacionar as diferentes fácies com a P e T, bem como dar uma ideia das variações que se verificam quando se faz sentir, perferencialmente, um daqueles agentes de metamorfismo.

Da análise do diagrama da fig. 6 verificamos que o domínio de existência das rochas metamórficas tem, por um lado, por limite, uma recta que nos traduz o gradiente térmico mínimo. O metamorfismo regional é endotérmico. Necessita, pois, de certa temperatura para se realizar. A recta representada dá conta desse facto. O outro limite faz a passagem à zona magmática, onde se dão os fenómenos de anatexia que ligam o metamorfismo ao magmatismo.

É curioso verificar que as fácies A, B, C e D se dispõem sensìvelmente, segundo uma recta a 45° no diagrama P, T. Se suposermos que a recta que as une passa pela origem ela será representada por uma equação do tipo:

$$P = k\,T \qquad (10)$$

Se for α o ângulo que a recta considerada faz com o eixo das abcissas teremos:

a) $\alpha > 45° \therefore K > 1$

Preponderância da pressão sobre a temperatura, evolução no sentido da fácies dos eclogitos.

b) $\alpha < 45° \therefore K < 1$

Preponderância da temperatura sobre a pressão, estamos no caso do metamorfismo de contacto — campo das corneanas.

c) $\alpha = 45° \therefore K = 1$

Pràticamente não há preponderância dum dos factores (P, T) sobre o outro, ambos variam concordantemente sem domínio unilateral exagerado. É o campo das fácies A, B, C e D, ou seja, do metamorfismo regional.

Vamos analisar, agora, um diagrama ternário obtido a partir da aplicação da variante da regra das fases (Goldschmidt), fazendo uma aplicação a um caso conhecido de metamorfismo.

Deve-se a Goldschmidt o seguinte diagrama referente à fácies das corneanas que foi elaborado a partir do estudo dos hornefels, já mencionados, da região de Oslo. Vamos aplicá-lo às corneanas da Serra de Sintra.

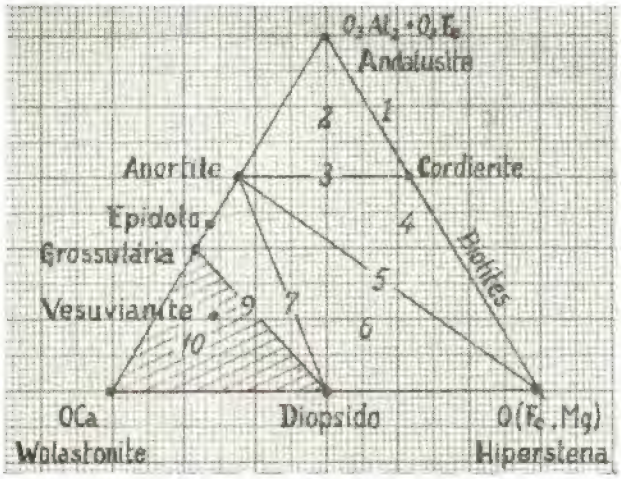


Fig. 7

O maciço eruptivo de Sintra, muito possìvelmente contemporâneo de outros maciços eruptivos não menos importantes do ponto de vista petrológico, é de idade tardia, do fim do secundário. Dum modo geral admite-se que seja post-Cenomaniano e ante-Oligocénico. Irrompeu através formações calcárias que metamorfiza com certa intensidade. Em algumas dessas zonas de contacto, (por ex.: Santa Eufémia) encontramos calcários cristalinos com wolastonite, vesuvianite e granadas. Pelo diagrama de Goldschmidt estamos em presença duma corneana cálcica da classe 10.

BIBLIOGRAFIA

1 — Barth, T. F. W. (1952) Theoretical Petrology. 387 p. p. John Wiley and Sons. New York.

2 — Bowen, N. L. (1956) The evolution of the igneous rocks. 334 p. p. Dover Publications, In. New York. (reimpressão).

3 — Gracias, C. E. (1957) Configuração electrónica, electronegatividade e comportamento analítico dos elementos. In «Técnica» n.° 272, pág. 545-564.

4 — Goldschmidt, V. M. (1954) Geochemistry. 730 p. p. Clarendon Press, Oxford. England.

5 — Mason, B. (1958) Principles of Geschemistry. 310 p. p. John Wiley and Sons, New York.

6 — Moore, W. J. (1956) Physical Chemistry. 641 p. p. Longmans, Green and Co, London.

7 — Raguin, E. (1957) Géologie du Granite. 275 p. p. Masson et Cie, Paris.

8 — Ramberg, H. (1949) The facies classification of rocks: A clue to the origine of quartz-feldspatic massifs and veins.
In «Journal of Geology», vol. 58, pág. 13-54.

9 — Termier, P. (1922) À la Gloire de la Terre. 445 p. p. Desclée De Brouwer et Cie, Paris.

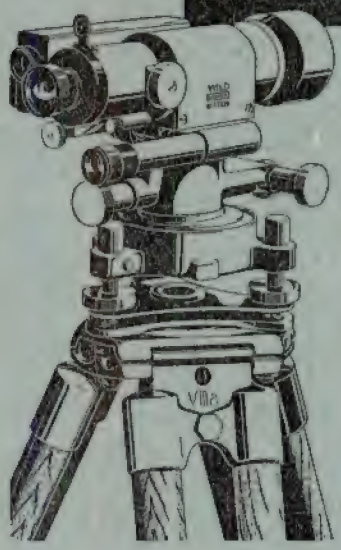
10 — Torre de Assunção, C. F. (1956) Petrografia do Continente Português.
In «Técnica» n.º 267, pág. 165-176.

11 — Turner, F. J. e Verhoogen, J. (1951) Igneous and metamorphic petrology. 602 p. p. Mac Graw-Hill Book, Co. New York.

12 — Tuttle, O. F. e Bowen, N. L (1951) High-temperature Albite and contiguous feldspars.
In «Journal of Geology», vol. 58, pág. 572-583.

WILD
HEERBRUGG

a marca suiça
de fama mundial



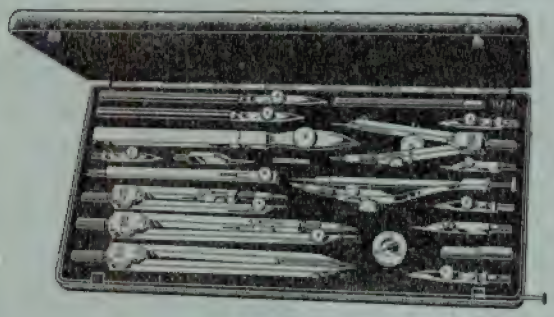
NÍVEIS E TEODOLITOS

de construção moderna
para todos os fins

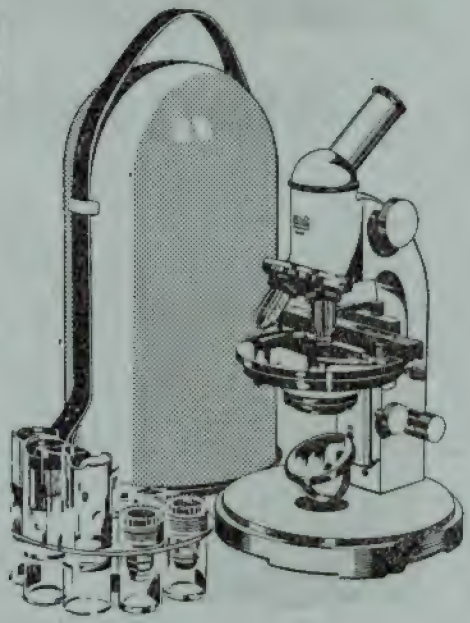
MICROSCÓPIOS

com equipamentos para todos
os trabalhos de microscopia

WILD
HEERBRUGG



Estojos de desenho **Wild**
Únicos de aço crómio inoxidável



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA. PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8 S/L 6
LISBOA — TELEF. 68 11 27

Ataque!

w/c/r/1/1/51

A vigilância, e um ciclo recorrente de concêrto e reposição de peças, constituem um dos métodos de mitigar os estragos da corrosão. No entanto, isto representa apenas uma solução parcial, muitas vêzes custosa, muitas vêzes incerta. A corrosão ataque sem aviso e por infiltração, ativamente auxiliada por todos os agentes disponíveis, a saber: o calor, a abrasão, a turbulência, a aerificação. Um rebite de tamanho infinitesimal, um pequeno defeito de soldadura, é o bastante para dar-lhe uma oportunidade de se estabelecer. A única maneira de adquirir a imunidade é mediante um conhecimento profundo da natureza da corrosão e da habilidade dos diversos materiais de resistir ao seu ataque. A série Wiggin de ligas metálicas resistentes à corrosão abrange não sòmente os materiais que já deram provas seculares de resistência como também novos materiais aperfeiçoados no intúito de resolver problemas específicos de corrosão.

WIGGIN

ENTENDE DAS LIGAS DE NÍQUEL

HENRY WIGGIN AND COMPANY LIMITED, BIRMINGHAM-INGLATERRA
REPRESENTANTES EM PORTUGAL: AHLERS, LINDLEY, LIMITADA
RUA DO FERREGIAL DE BAIXO, 33-2°- LISBOA, C. TELEF. 21321/4
PALACIO DO ATLÂNTICO, 408 PRAÇA D. JOÃO I, PORTO, TELEF. 31414/5

C. D. U. 624.157.7

Cargas de trabalho das fundações profundas executadas por perfuração

ENG. VICTOR F. B. DE MELLO
Director de serviços, Geotécnica S. A.
Engenheiros Consultores

Entre os problemas os mais parcamente conhecidos na Mecânica dos Solos situa-se o das cargas de trabalho das fundações profundas executadas por perfuração. Pretendemos no presente trabalho esquematizar a situação em que, a nosso ver, se encontra actualmente a solução do problema.

É nossa intenção dedicar esse estudo crítico às fundações profundas denominadas «tubulões». Porém, somos de certa forma obrigados a considerar grande parte da família de elementos de fundação a que esses últimos pertencem: primeiro, porque ainda não tem sido incontestàvelmente definida a aplicação correcta da designação de «tubulão» em comparação com a de «estaca» ou de «bloco de apoio»; segundo, porque se limitarmos arbitràriamente o nosso campo de estudo já inicialmente deficiente de informações, difìcilmente chegaremos a qualquer conclusão tècnicamente valiosa.

No Brasil «tubulões» eram geralmente considerados as fundações profundas de perfuração procedida por operários que desciam pelo fuste até o fundo; por outro lado, estacas eram consideradas as fundações profundas executadas por máquinas e operários à superfície do terreno. Recentemente, porém, surgiram na praça os equipamentos, já há muito usados no estrangeiro, que permitem realizar perfurações de grande diâmetro e profundidade da própria superfície do terreno. Assim, a definição anterior tem sido quase generalizadamente substituída pela diferenciação seguinte: estacas são as fundações profundas de diâmetro inferior a 0,60 m em cuja execução não se prevê a descida de um técnico ou especialista para examinar o terreno na cota de base; tubulões por outro lado são as fundações profundas de diâmetro superior 0,60 m que precisamente permitem, e normalmente utilizam, esse exame antes da concretagem. Quanto à profundidade que permite distinguir entre «tubulões» e «blocos de fundação», consideramos lícito fixar para ela de acordo com Terzaghi, o valor igual à dimensão da base (diâmetro ou largura), sendo os «blocos» considerados fundações rasas por se apoiarem a profundidade inferior a essa dimensão.

Enfim, quaisquer que sejam as definições assim arbitràriamente estabelecidas, justifica-se que se considerem simultâneamente os tubulões e as estacas moldadas-in-loco procedidas por perfuração, particularmente no que se refere às cargas de trabalho respectivas.

A carga de trabalho de determinado elemento de fundação é sempre fixada de acordo com o mais severo dos dois critérios seguintes: (1) a carga de rotura («capacidade de carga») dividida por um coeficiente de segurança (2) a carga tal que os recalques totais, e indirecta mas consequentemente, os diferenciais, não excedam o valor considerado o máximo admissível.

Carga de rotura

Limitamo-nos no presente trabalho a considerar a solução teórica avançada por Terzaghi para o cálculo da capacidade de carga dos tubulões. Embora as hipóteses simplificadoras adoptadas por Terzaghi tenham resultado numa solução quase grosseira do problema, convém lembrar que justamente por não ter sido matemàticamente muito ambiciosa a dedução pode chegar a resultados aplicáveis em qualquer solo, sendo ainda hoje a única solução nessas circunstâncias. Ademais, é útil a sua apreciação porquanto fundamentalmente os conceitos e processos empregados por Terzaghi vêm servindo de orientação para todas as soluções mais recentemente estudadas à busca de resultados menos grosseiros.

Terzaghi limitou-se a considerar uma adaptação da teoria aproximada de capacidade de carga de fundações rasas por ele desenvolvida, procurando levar em conta a contribuição da resistência ao cisalhamento do solo existente acima da cota de

apoio, contribuição essa desprezada no caso das fundações rasas (Fig. 1). Resumimos a seguir os pontos salientes da dedução, introduzindo pequenas modificações e observações segundo nos parece justificado.

$+\pi R^2 z\ (\gamma_{conc.}) - 2\pi R z f$. Porém, tendo em mente o alívio de pressão $z\gamma_{nat}$ devido à perfuração podemos admitir que apenas depois de ultrapassada a carga $\pi R^2 z \gamma_{nat}$ é que serão transmitidas solicitações tendendo a provocar a com-

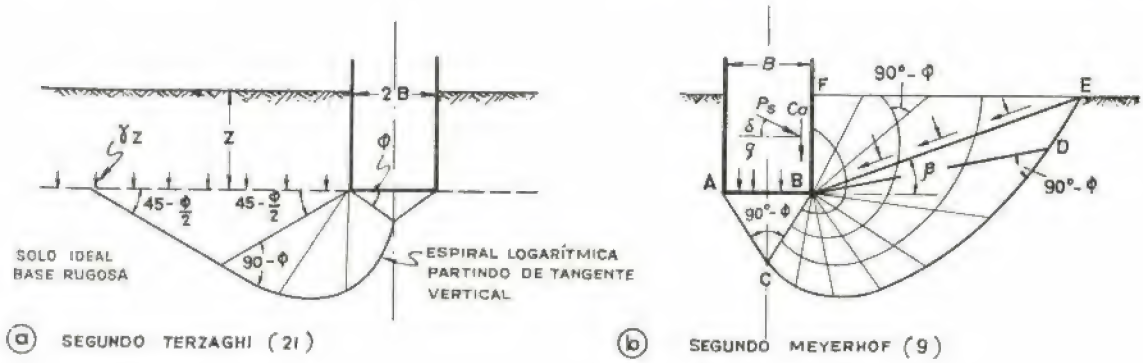


Fig. 1 — Superfície de rotura sob sapatas rasas

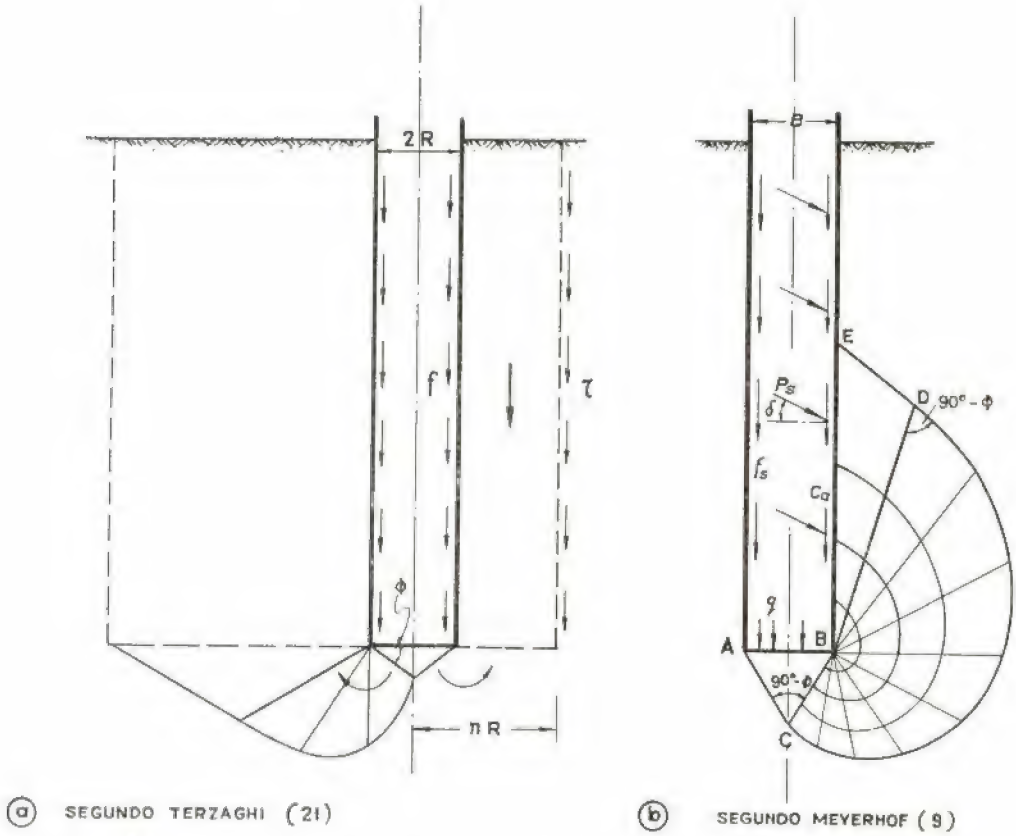


Fig. 2 — Superfície de rotura sob sapata profunda

Na Figura 2 representamos um pilar de carga Q apoiada sobre um tubulão sem alargamento de base. Atribuindo o valor «f» ao atrito médio desenvolvido ao longo do fuste, concluimos que a carga aplicada na base do tubulão será $Q +$

pressão e rotura do terreno de apoio. Portanto a carga efectiva aplicada no terreno de apoio será $Q' = Q + \pi R^2 z\ (\gamma_{conc.} - \gamma_{nat}) - 2\pi R z f$. Cumpre assinalar que esta equação é igualmente válida se a fundação estiver parcial ou total-

mente submersa, pois $(\gamma_c)_{sub} - (\gamma_s)_{sub} = \gamma_c - \gamma_s$.

Para calcular essa carga Q' Terzaghi recorreu a sua fórmula da capacidade de carga de placas circulares rasas: $Q_c = \pi R^2 (1{,}3\, c\, N_c + \gamma z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma)$. Essa fórmula, que é baseada na concepção teórica da existência de uma equação genérica semelhante à deduzida para as sapatas corridas, foi estabelecida empìricamente, e, diz Terzaghi, «empregando os resultados de ensaios os mais desfavoráveis como base para uma equação provisória» (21,134). Em relação a essa equação teremos que observar, oportunamente, não só o empirismo reconhecido mas também as limitações implícitas na dedução da carga de rotura das sapatas corridas, consideradas rasas. Uma das principais hipóteses diz respeito à simplificação introduzida por desprezar-se o terreno circunvizinho situado acima da cota de apoio, representado em suas eventuais influências por apenas uma sobrecarga $Z\, \gamma_{nat}$. No caso dos tubulões Terzaghi admitiu que a rotura da base só seria possível quando acompanhada do movimento ascensional da terra contígua, dentro de um raio hipotético nR (Fig. 2); como esse volume de terra recebe as tensões transmitidas pelo atrito ao longo do fuste, e seu eventual movimento ascensional seria também resistido por tensões cisalhantes τ (valor médio) ao longo da periferia externa, Terzaghi procurou incorporar todas essas considerações atribuindo ao volume de terra respectivo uma densidade maior, γ', a ser usada no cálculo da sobrecarga $\gamma' z$ sobre o terreno à cota de apoio. Estabelecendo a equivalência de forças e pesos

$$z \pi (n^2 R^2 - R^2) \gamma' = z [\pi (n^2 R^2 - R^2) \gamma + 2 \pi n R \tau + 2 \pi R f]$$

deduzimos a relação

$$\gamma' = \gamma + 2 \frac{f + n \tau}{(n^2 - 1) R} \qquad \text{(a)}$$

Nessa equação o valor de γ é um valor médio, incluindo no trecho abaixo do lençol freático os γ_{sub} dos solos respectivos, de tal forma que do produto de $z\gamma$ resulte a pressão efectiva do peso de terra à cota de apoio.

Assim, a carga de rotura da placa circular passou a ser expressa pela fórmula

$$Q' = \pi R^2 [1{,}3\, c\, N_c + \gamma' z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma]$$

e a carga de pilar que provocaria a rotura do tubulão seria

$$Q = \pi R^2 [1{,}3\, c\, N_c + \gamma' z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma] + 2 \pi R z f - \pi R^2 z (\gamma_c - \gamma_s) \qquad \text{(b)}$$

onde γ' é dado pela equação (a), γ é determinado conforme acima descrito, e γ_c e γ_s são as densidades naturais ou submersas (indiferentemente) do concreto e do solo, conforme acima explicado.

Segundo Terzaghi, depois de admitidos valores médios prováveis para f e τ, o valor de n será investigado por tentativa, e ficará determinado de tal forma que o valor de Q da fórmula (b) seja o mínimo.

Cumpre salientar que a dedução acima resumida abrange simultâneamente as duas contribuições de resistência que em problemas de fundações profundas costumam ser consideradas separadamente, a resistência de ponta, e a resistência de atrito lateral.

Em relação ao processo de cálculo sugerido por Terzaghi e sua aplicação na prática, cabem ainda as seguintes observações:

1) A escolha de valores apropriados de f e τ a adoptar depende exclusivamente de critério pessoal baseado em considerações qualitativas altamente indeterminadas. Se as curvas tensão-deformação dos materiais ao redor do fuste forem muito mais abatidas do que as do terreno de apoio da base, condição muito comum admitindo justificada a escolha da fundação profunda por tubulões, recomenda-se adoptar valores de f muito baixos. O mesmo resulta por deficiências do contacto entre o terreno e o tubulão quando as camadas atravessadas forem relativamente consistentes, admitidos os processos usuais de execução do tubulão bem como a baixa rugosidade de sua superfície externa. Por outro lado, os valores de τ despertados dependerão precipuamente da incompressibilidade volumétrica da massa obrigada a deslocar-se na rotura. Enfim, tendo em vista que qualquer estimativa desses dois factores será inevitàvelmente grosseira, reconhecemos imediatamente que a busca de um valor mínimo de Q baseado em variações hipotéticas de n tem muito pouco sentido prático. Ademais lembramos que esse procedimento não encontra sólido apoio teórico pois que realmente a posição da superfície «vertical» de rotura seria

função da superfície de rotura desenvolvida pela placa circular. Sugere-se pois como perfeitamente satisfatório e muito mais prático a adopção de um valor fixo de n em função aproximada do diâmetro da base do tubulão e das características de resistência do terreno carregado.

2) Terzaghi (21,136 ; 22,490) recomenda muito pessimismo na escolha de um valor para τ, particularmente quando os solos não puderem ser considerados razoàvelmente incompressíveis, e considera nula a contribuição de atrito f ao longo do fuste. Assim tem resultado a conclusão de que no caso mais pessimista em que f e τ forem admitidos nulos, a capacidade de carga de um tubulão será apenas

$$Q = \pi R^2 [\, 1{,}3\, c\, N_c + \gamma z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma \,] - \\ - \pi R^2 z\, (\gamma_c - \gamma_s)\,.$$

Todavia essa tentativa de correcção não satisfaz completamente porquanto é fácil demonstrar que o erro, e o pessimismo consequente, reside fundamentalmente na avaliação da «resistência de ponta», isto é, no cálculo da taxa de rotura de uma placa apoiada a grande profundidade, e qualquer que seja a hipótese adoptada quanto ao desenvolvimento do atrito lateral, convém melhorar a estimativa da capacidade de suporte da base para eliminar o erro nela implícito.

Aplicamos para esse fim um raciocínio, a seguir resumido, que julgamos dispensar comentários adicionais: se a resistência ao cisalhamento de um solo se exprime pela equação $s = c + \sigma\, t_g\, \varphi$, então a uma profundidade Z à qual a pressão efectiva de peso de terra for γz, por mero deslocamento de um eixo do diagrama de Mohr

Resistência do solo $s = c + \sigma\, tg\, \varphi$; Pêso específico do solo $\gamma = 1{,}7\ t/m^3$
Raio da placa R = 1 m ; Profundidade considerada 10 m

A) FÓRMULA DE TERZAGHI $q = 1{,}3\, c\, N_c + \gamma Z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma$						
Angulo de atrito φ		0°	10°	20°	30°	35°
Coeficientes de Terzaghi	N_c	5,7	9	17,5	37	58
	N_q	1,0	3	7,5	21,5	40
	N_γ	0	0,5	4	20	42
Taxa de rotura à prof. de 1 m		7,4c + 1,7	11,7c + 5,1 + 0,5	22,7c + 12,7 + 4	48c + 36,5 + 20	75c + 68 + 42
(1) Taxa de rotura da placa à profundidade de 10 m de acôrdo com recomendações de Terzaghi (21 ; 176)		7,4c + 17	11,7c + 51 + 0,5	22,7c + 127 + 4	48c + 365 + 20	75c + 680 + 42
Coesão efetiva à prof. de 10 m ; $c' = c + \gamma z\, tg\, \varphi$		c	(c + 3)	(c + 6,2)	(c + 9,8)	(c + 11,9)
(2) Taxa de rotura da placa a prof. de 10 m usando o critério da coesão variavel, e considerando o efeito da escavação		7,4c + 17	11,7c + 35 + 0,5 + 17	22,7c + 140 + 4 + 17	48c + 468 + 20 + 17	75c + 900 + 42 + 17
Diferença (2) - (1) t/m^2		0	1	30	120	237
B) FÓRMULA DE MEYERHOF PARA ESTACAS (10) $q = c N_c + K_s \gamma Z N_q$						
Taxa de rotura da ponta a prof. de 10 m	$K_s = 1$	10c + 17	28c + 60	68c + 200	210c + 1000	? + 2500
	$K_s = 0{,}5$	10c + 8,5	28c + 30	68c + 100	210c + 500	? + 1250

Fig. 3 — Comparação do efeito de profundidade atribuído à capacidade de carga de placa circular, calculada por processos diferentes

Essa conclusão, porém, é evidentemente errada e demasiadamente pessimista: portanto, para contrabalançar esse pessimismo desmesurado tem sido costumeiro admitir que o atrito lateral do terreno sustente o peso do próprio tubulão, de forma que a carga de rotura passe a ser

$$Q = \pi R^2 [\, 1{,}3\, c\, N_c + \gamma z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma + z \gamma \,]$$

podemos escrever a equação de resistência dos elementos de solo a serem solicitados na forma $s = c' + \sigma\, t_g\, \varphi$ em que c' será o novo valor da coesão, sendo equivalente a $c + \gamma z\, t_g\, \varphi$. Então a capacidade de carga de uma placa profunda não pode ser menor do que

$$q = 1{,}3\, c'\, N_c + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma + z \gamma \qquad \text{(c)}$$

nessa equação eliminamos o factor de profundidade $\gamma z N_q$ porque o efeito da profundidade está sendo incluído em dois outros termos — primeiro, no cálculo da coesão c', e segundo, no acréscimo do factor γz que é justificado pelo facto de que as pressões actuantes só começarão a solicitar o terreno de apoio de modo a rompê-lo após reposta e ultrapassada a pressão γz retirada na escavação.

Apresentamos em anexo um quadro (Fig. 3) no qual fica patenteado, utilizando-se os valores de N_c, N_q e N_γ dados por Terzaghi, que em terrenos de apreciável ângulo de atrito (terrenos nos quais o efeito da profundidade seria reconhecidamente pronunciado, tornando mais comum o emprego das fundações por tubulões) os benefícios atribuídos à profundidade não estão à altura do que seria lícito esperar utilizando a própria fórmula de Terzaghi. A simplificação introduzida, quanto à profundidade, no cálculo da capacidade de carga das fundações rasas resultou em valores de N_q indubitàvelmente baixos que levam a conclusões excessivamente pessimistas precisamente nos casos em que os aumentos da capacidade de carga deveriam decorrer do aumento da profundidade.

Em conclusão, julgamos que, para uma avaliação da carga de pilar que provocaria a rotura do tubulão que o sustenta, podemos aplicar a fórmula

$$Q = \pi R^2 [1{,}3\, c' N_c + (\gamma' - \gamma)\, z N_q + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma] + \\ + 2\pi R z f - \pi R^2 (\gamma_c - \gamma_s) \qquad \text{(d)}$$

ou, no caso geralmente admitido como muito desfavorável, sua forma simplificada

$$Q = \pi R^2 [1{,}3\, c\, N_c + 0{,}6\, \gamma R N_\gamma + z \gamma]$$

em que se admite que o atrito lateral apenas sirva para absorver o peso do próprio tubulão.

Informações suplementares quanto à carga de rutura

Conforme era de se esperar, o assunto tem absorvido e continua a atrair os estorços de muitos especialistas, à busca de soluções mais correctas e não menos simples de aplicação. O trabalho que mais se destaca é o de Meyerhof (9) que conseguiu atacar o problema da capacidade de carga das fundações, rasas ou profundas, por uma análise genérica semelhante à de Terzaghi mas libertada da hipótese simplificadora

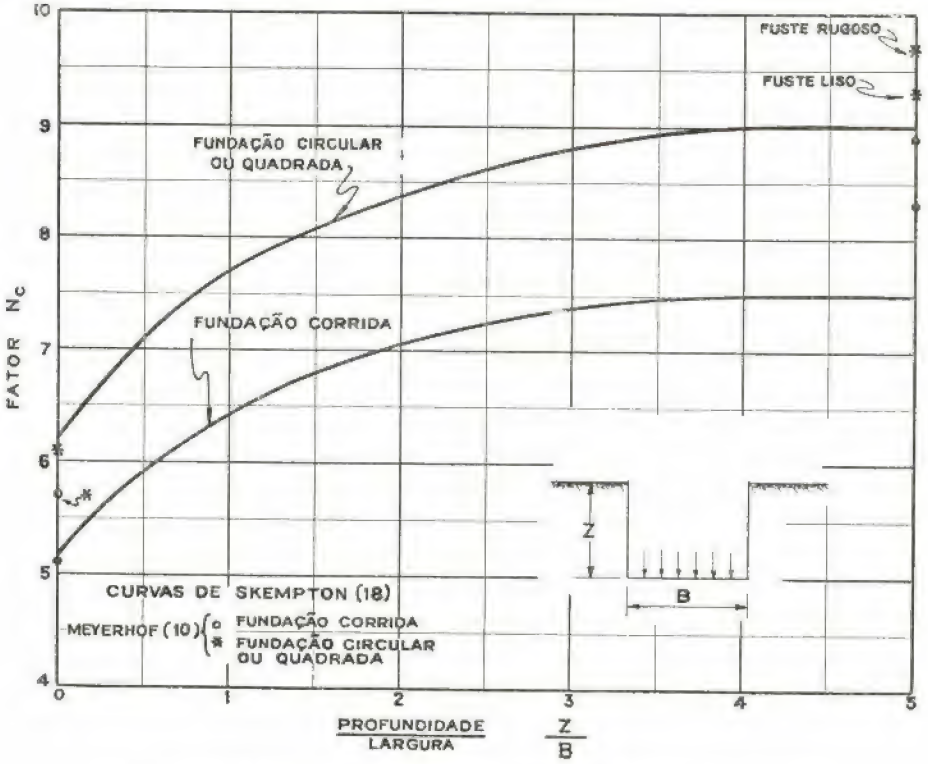


Fig 4 — Factor Nc de capacidade de carga para fundação em argila

quanto à terra situada acima da cota de apoio, chegando a soluções gerais para o caso de sapatas corridas apoiadas a qualquer profundidade.

Porém, no caso de placas circulares (tubulões) Meyerhof (9) conseguiu determinar matemàticamente a capacidade de carga sòmente para os solos puramente coesivos ($s = c$). Skempton (18) alcança valores muito semelhantes, conforme é visível pela Fig. 4. Convém notar que a pressão de apoio que provoca a rotura da base do tubulão profundo (profundidade equivalente a $2 \times$ diâmetro para Meyerhof, mas $5 \times$ diâmetro para Skempton) determina-se ser aproximadamente $q = 9{,}5\ c + \gamma\ z$. À carga de rutura assim calculada ($\pi\ R^2\ g$) deve ser acrescentada a resistência de atrito ao longo do fuste ($2\pi R f z$), subtraindo-se porém o peso do próprio tubulão.

de rotura muito superiores às anteriormente avaliadas, principalmente no que diz respeito ao factor $c\ N_c$. Não possuimos confirmação desse ponto por intermédio de outro trabalho, mas em relação ao factor N_q devemos ressaltar que para as estacas trabalhando em areia Skempton e Yassin (19) fornecem valores muito semelhantes aos de Meyerhof (Fig. 5).

Esses trabalhos consideram apenas a resistência de ponta da fundação profunda. Em relação à resistência de atrito ao longo do fuste as opiniões das autoridades abrangem toda a gama de variação desde a inexistência de qualquer contribuição até à adopção do valor máximo hipotético correspondente ao desenvolvimento do atrito máximo (a resistência ao cisalhamento) simultâneamente ao longo de todo o fuste. É sem

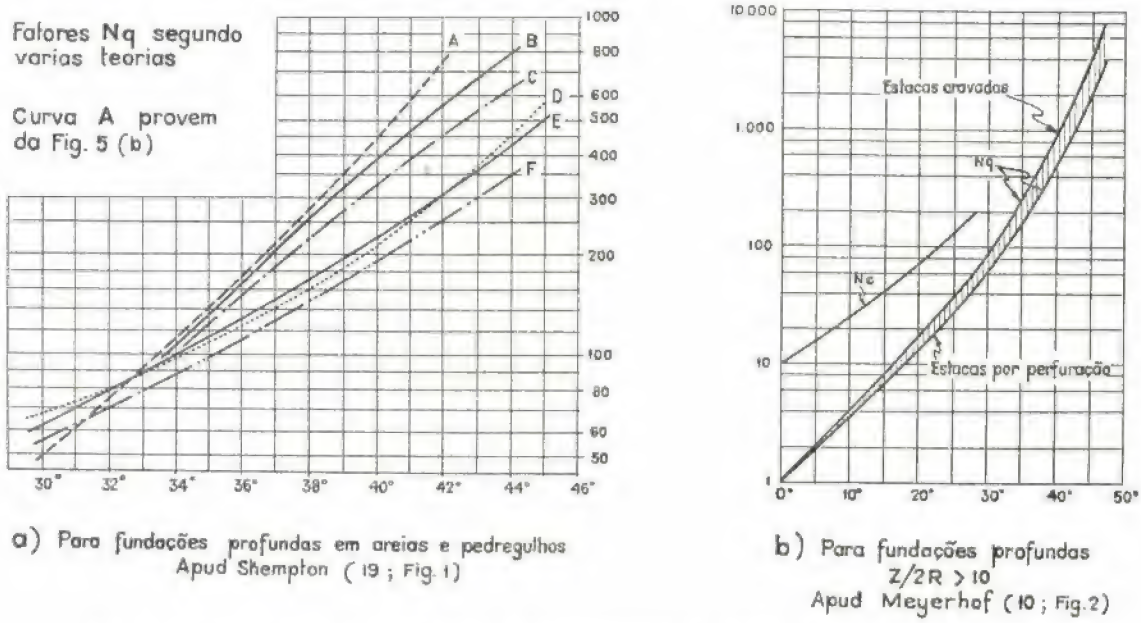


Fig. 5 — Factores Nc e N_q para cálculo de capacidade de carga de fundações profundas

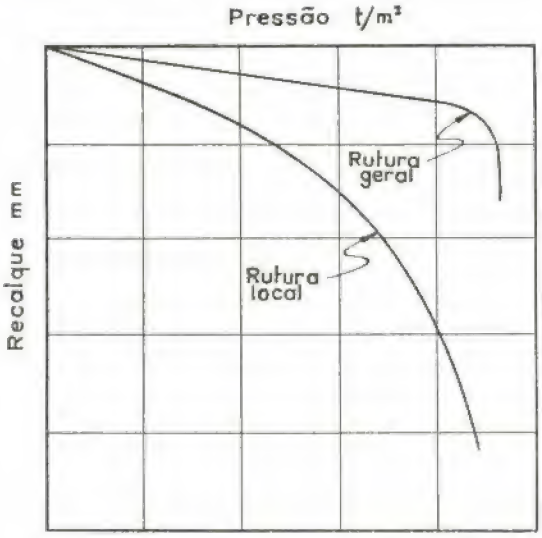
Por métodos semi-empíricos Meyerhof (10) estabelece para as estacas (profundidade superior a dez vezes o diâmetro) valores de N_c e N_q, figurados no desenho n.º 5, para uso na fórmula $q = c\ N_c + K_s\ \gamma\ z\ N_q$ que deverá fornecer a resistência de ponta desprezando a contribuição $\gamma R\ N_\gamma$. Para fins de comparação apresentamos no quadro da Fig. 3 os valores da capacidade de carga da base de um tubulão de dez metros de profundidade e dois de diâmetro, calculados a partir desses valores de N_c e N_q e para duas hipóteses de K_s consideradas as extremas admissíveis. Observa-se que resultam taxas

dúvida um assunto que carece grandemente de observações experimentais em protótipos e modelos que representem as condições muito variáveis normalmente encontradas na prática. No caso dos tubulões julgamos que na grande maioria de circunstâncias a contribuição de atrito lateral poderá apropriadamente ser considerada desprezível, particularmente quando o tubulão for executado com tubos de revestimento, e possuir um alargamento de base. Excluem-se desse caso os tubulões concretados em poços abertos sem entivação para os quais poderemos admitir contribuições de resistência por atrito lateral

semelhantes às das estacas. Cumpre lembrar porém que diversos estudos teóricos e práticos têm demonstrado que o valor máximo de atrito lateral num terreno coesivo não excede a cerca de 50 % do valor máximo hipotético de $2 \pi R z c$ (17); o mesmo se verifica nos solos não coesivos, em que a resistência por atrito lateral só alcança valores da ordem de 50 % do máximo hipotético de $\pi R z^2 \gamma K_r \operatorname{tg} \varphi$, onde K_r é o coeficiente de empuxo de terra em repouso.

Carga de trabalho

Procedemos a apreciação do assunto acima tendo em vista a possibilidade de se fixar a carga de trabalho de um tubulão à base da introdução de um coeficiente de segurança (geralmente recomendado na ordem de 3) em relação à rotura.



Exemplo: Código de Boston
Placa de 30 × 30 cm

N = 2
x = 10 mm
y = 25 mm

CRITÉRIOS PARA FIXAÇÃO DA TAXA DE TRABALHO:

$$\sigma_{ad} \leq \begin{cases} (1) & \dfrac{\sigma_{rut}}{N} \\ (2) & \sigma_{recalque\ x} \end{cases}$$

x = recalque considerado admissível para a placa usada

$$\sigma_{rut} = \begin{cases} (1) & \sigma_{máximo\ de\ ensaio} \\ (2) & \sigma_{rutura\ (em\ rutura\ geral)} \\ (3) & \sigma_{recalque\ y} \end{cases}$$

y = recalque considerado excessivo para a placa usada

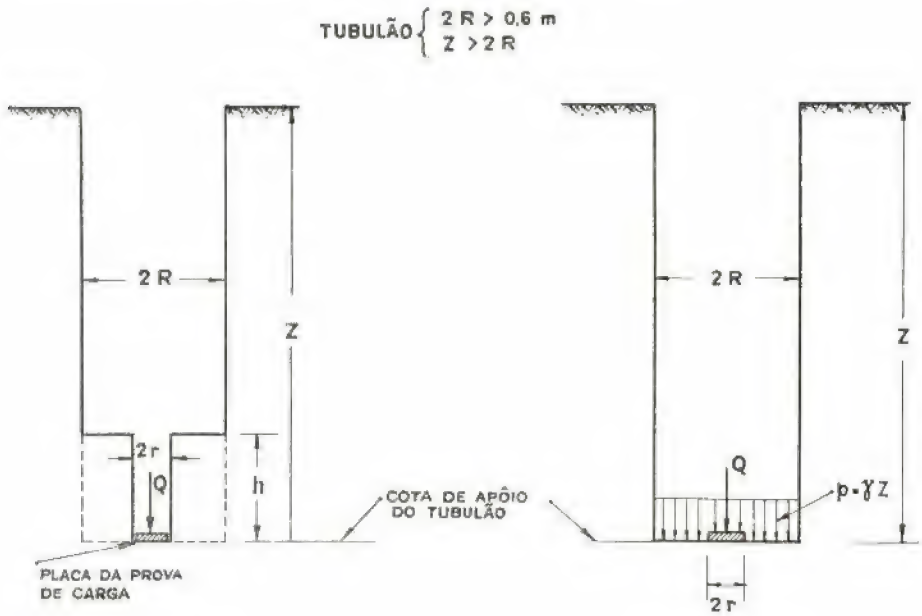
Fig. 6 — Comportamento tensão-deformação de placas carregadas

Porém, reconhecemos que já nas fundações rasas existem muitos casos em que é difícil a fixação de uma taxa de rotura visto que as deformações aumentam com as tensões em curva perfeitamente contínua e progressivamente mais inclinada (Fig. 6) a ponto de tornar arbitrária a escolha de uma determinada tensão como sendo a de rotura. Terzaghi (21:130) denominou-os casos de «rotura local», devidos à compressibilidade e deformabilidade excessiva de terrenos de apoio relativamente fôfos, e, arrimado em algumas observações práticas, sugeriu obviar às dificuldades de análise levantadas por essa deformabilidade recorrendo a uma redução dos parâmetros da resistência ao cisalhamento no cálculo da taxa de rotura (Fig. 6). De forma diferente, porém, decididamente mais apropriada, foi encarado o problema por diversos códigos de interpretação dos resultados de provas de carga que reconheceram que, em tais casos de solos pouco compactos, tanto a taxa de rotura a ser arbitràriamente fixada, como a taxa de trabalho, deviam-se cingir a certos valores de deformação.

Assim, tendo em mente a rapidez com que aumenta a carga de rutura de uma placa com a profundidade a que fica apoiada, não nos é difícil compreender que na grande maioria dos tubulões o problema fundamental a considerar na fixação da carga de trabalho é o da deformação (recalque) máxima admissível (22:490). Cumpre pois atacar o problema da carga de trabalho dos tubulões por via inteiramente diversa da que tem sido até hoje mais intensamente

estudada: torna-se indispensável avaliar o recalque do tubulão sob a sua carga de trabalho, e, por outro lado, estudar quais os recalques diferenciais máximos admitidos pela estrutura. Desnecessário será frisar que consideramos desprovida de qualquer sentido a tentativa, relativamente frequente, de se tomar em conta esse assunto da deformabilidade do terreno de apoio dos tubulões por meio dos mesmos factores de capacidade de carga N'_c, N'_q, N'_γ deduzidos por Terzaghi para a rotura local de fundações rasas, admitindo os parâmetros de resistência reduzidos conforme acima mencionado.

Não existem ainda observações e análises interpretativas adequadas que indiquem como proceder a avaliação do recalque de um tubulão. Sob ponto de vista prático e económico opinamos que o melhor caminho para a solução do problema reside na avaliação dos recalques a partir de ensaios de laboratório sobre amostras indeformadas do terreno de apoio. Como os recalques provêm tanto das deformações volumétricas como das cisalhantes, os ensaios de rotina que se aplicam ao estudo compreenderão indubitàvelmente os de adensamento e de compressão triaxial. Todavia, o processo pelo qual os resultados desses dois tipos de ensaio serão interpretados e conjugados para fornecer estimativas do recalque do tubulão (considerado como uma placa carregada a grande profundidade) não foi ainda estudado, havendo pois necessidade de acumular muitos dados de tais ensaios e de posteriores medidas de recalques dos tubulões respectivos, para pesquisa das correlações almejadas. Naturalmente, considerando que a rigidez natural da superestrutura poderá acarretar sensíveis redistribuições das cargas dos tubulões sujeitos aos recalques em observação, haverá necessidade de instalar células nesses tubulões para o registo das tensões e cargas respectivas. A execução de



a) **Segundo Taylor:**

$$\rho = \frac{q}{x}$$

ρ recalque
q pressão aplicada

$$x = f(Z, 2R) \simeq C_1 \left(1 + \frac{Z}{R}\right) + \frac{C_2}{R}$$

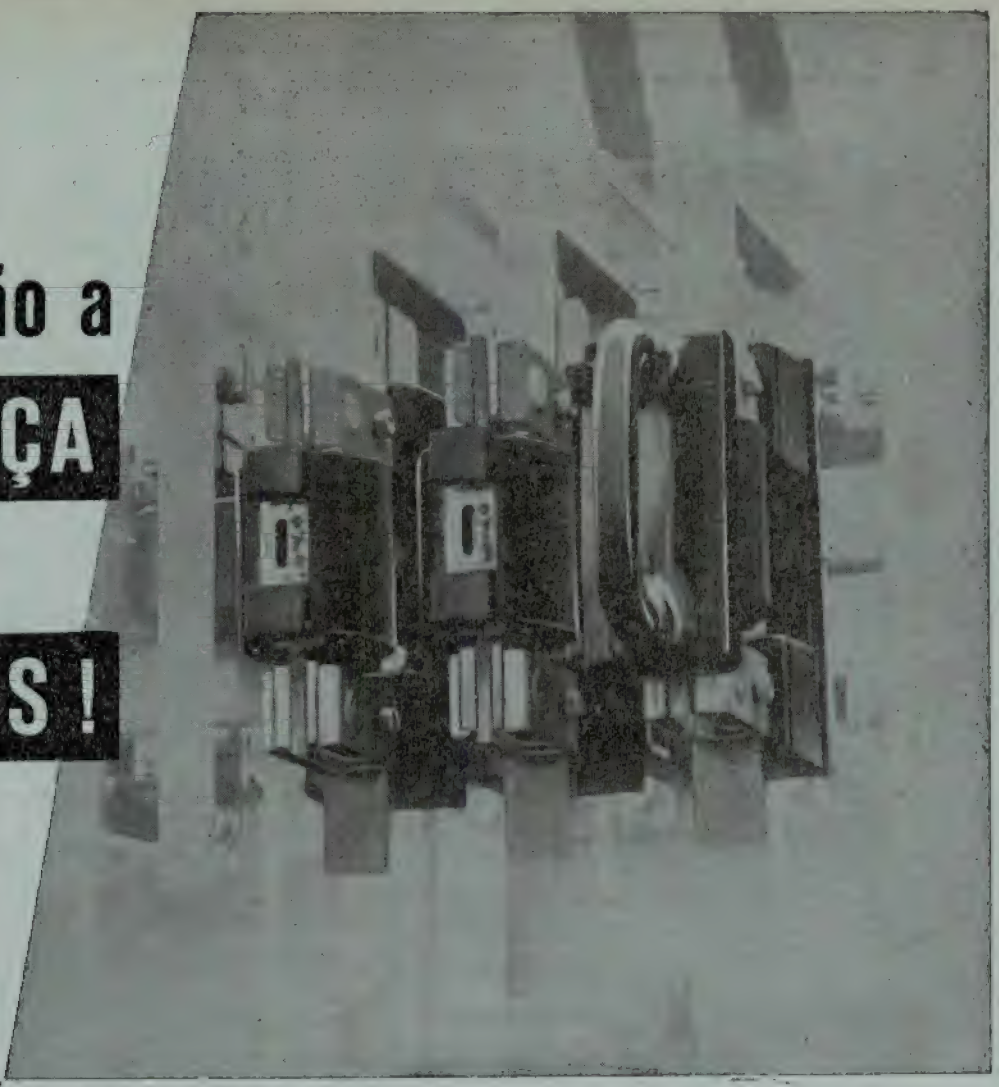
Interpretação incorrecta conclui que semelhança é alcançada mantendo $\frac{Z}{R}$ constante

b) **Critério preferível**

Restabelece-se sobre a base a pressão γZ antes da aplicação de Q

Fig. 7 — Prova de carga sobre placa no interior de tubulão

Tenha em consideração a SEGURANÇA e as PERDAS!



Soprel

SCHRÉDER

Senhor Engenheiro:

Ao estabelecer os seus projectos, não esqueça que a indústria nacional fabrica

CORTA-CIRCUITOS FUSÍVEIS DE ALTO PODER DE CORTE

que são o tipo de fusíveis hoje preferido para protecção de instalações contra sobrecargas e curto-circuitos.

CAPACIDADE DE CORTE: 55000 A sob 550 V C. A.
INTENSIDADE NOMINAL: 63, 100, 200, 350, 600 e 1000 A

CARTUCHOS INEXPLOSÍVEIS, RECARREGÁVEIS PELOS UTILIZADORES
PERDAS REDUZIDAS. GRANDE ECONOMIA DE CONSUMO
MAIS EFICIENTES, MAS NÃO MAIS DISPENDIOSOS

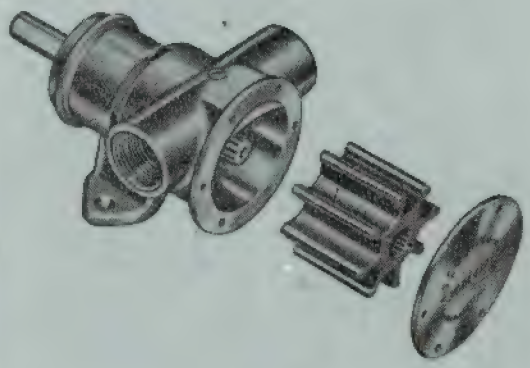
SOPREL • SOCIEDADE DE OBRAS E PROJECTOS DE ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES GERAIS

INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS-INEL

Sede em Lisboa: Rua Rodrigo da Fonseca, 76, 4.º
TELEF. 730161/2/3/4/5 — TELEG. INELA—LISBOA
Delegação no Porto: Rua de Santa Catarina, 470
Telef. 28841, 28842, e 28843 — Teleg. INELAPO-PORTO

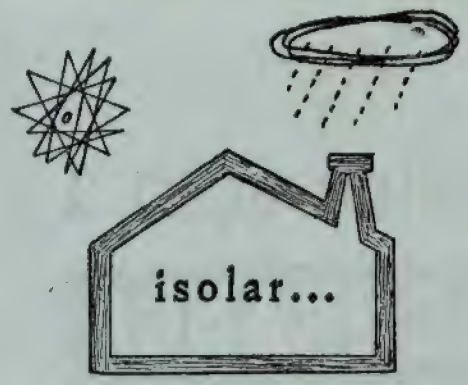
BOMBAS



Se há um problema de bombas consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA



...do calor,
frio,
ruído,
...problema resolvido:

VITROFIB

INFORMAÇÕES TÉCNICAS E COMERCIAIS

NACIONAL FIBRAS DE VIDRO, L.DA

R. Braamcamp, 15, 2.º-D. Tel: 59150 - 59124

LISBOA

FILTROS TECIDOS

PARA GAZES E LÍQUIDOS
EM PEÇAS, PANOS, MANGAS OU SACOS

DE QUALQUER FIBRA NATURAL OU SINTÉTICA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS
SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

provas de carga sobre tubulões individuais também fornecerá as indicações desejadas; essas provas são, porém, quase impraticáveis em vista da elevada carga que os tubulões são projectados para receber.

Uma solução a que se tem frequentemente recorrido compreende a realização de uma prova de carga sobre placa apoiada na base aberta para a concretagem do tubulão: essa prova è executada e interpretada como se fosse para a fixação da taxa de trabalho de uma sapata, utilizando-se para tanto as estipulações do código para a fundação rasa.

Apresentamos na Fig. 7 dois esquemas segundo os quais essas provas têm sido montadas em geral. O primeiro procura aplicar a orientação de Taylor (20 : 596) segundo a qual a deformabilidade do terreno sob uma placa é aproximadamente função da relação Z/R (profundidade: raio de placa); esquece, porém, que a dedução de Taylor, reconhecidamente simplista, só se aplica a escavações pouco profundas, não considerando as alterações que a própria perfuração provoca no campo de tensões. Somos portanto obrigados a considerá-lo inaceitável, particularmente de vez que é possível, sem maiores dificuldades, proceder a prova de acordo com o segundo esquema, no qual a prova só é iniciada após restituido, de certa forma, o campo de tensões do massiço. Lembramos que como o peso do tubulão corresponde aproximadamente ao peso da terra escavada, o início da construção da superestrutura também equivale aproximadamente à restituição do campo de tensões referido.

Finalizando as presentes considerações que indubitàvelmente serviram para salientar as lacunas existentes no assunto em foco, podemos citar a única recomendação até hoje divulgada para a fixação da taxa de trabalho dos tubulões. Embora precàriamente documentada essa indicação vale pela autoridade do nome que a subscreve: — diz Terzaghi (22 : 490) «Várias observações indicam que o recalque da base de um tubulão fundado em areia a certa profundidade será provàvelmente da ordem de metade do recalque de uma sapata de iguais dimensões e igualmente carregada sobre areia de características idênticas. Portanto a taxa de trabalho de tubulões em areia pode ser tomada como o dobro da taxa admissível para sapatas apoiadas sobre a mesma areia no mesmo estado de compacidade». Essas indicações são dadas para casos em que a profundidade é superior a 4 ou 5 vezes o diâmetro. «A taxa admissível na base de um tubulão fundado em argila rija é determinada pelas regras que estabelecem a taxa de trabalho de sapatas apoiadas sobre a mesma argila, qualquer que seja a profundidade alcançada pelo tubulão».

BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

1. Bjerrum. L. — «Les pieux de fondation en Norvège». Ann. de l'Inst. Techn. du Bâtiment et des Trav. Publics, Mars-Avril 1953, p. 375. Série: Sols et fondations (XIII).
2. Cambefort, H. — «Le comportement des pieux forés et les essais de pénétration». Proceedings of the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Zurich, 1953, Vol. II, p. 29.
3. Caquot & Kerisel — «Sur le terme de surface dans le calcul des fondations en milieu pulvérulent», Loc. cit. International conference, Vol. I, p. 336.
4. Golder, H. Q. — «Some loading tests to failure on piles». Loc. cit. International conference, Vol. II, p. 41.
5. Golder, H. Q., & Leonard, M. W. — «Some tests on bored piles in London clay». Géotechnique, Vol. IV, March 1954, p. 32.
6. Habit, P. — «Essais de charge portante de pieux en modèle réduit». Loc. cit. Série: Sols et fondations (XIII), p. 361.
7. Lundgren, H. & Mortensen, K — «Determination by the theory of plasticity of the bearing capacity of continuous footings on sand» — Loc. cit. International conference, Vol. I, p. 409.
8. Mayer, A. — «Le pouvoir portant des pieux en milieu cohérent» — Loc. cit. International conference, Vol. II, p. 60.
9. Meyerhof, G. G. — «The ultimate bearing capacity of foundations» — Géotechnique, Vol. III, December, 1951, p. 301.
10. Meyerhof, G. G., «Recherches sur la force portante des pieux», Loc. cit. Série: Sols et frondations (XIII), p. 371.
11. Meyerhof, G. G., «Some recent foundation research and its application to design». The Structural Engineer, 1953, vol. 31, p. 151.
12. Meyerhof, G G., «Influence of roughness of base and ground-water conditions on the ultimate bearing capacity of foundations». Géotechnique, vol. V, September 1955, p. 227.
13. Meyerhof, G. G., & Murdock, L. J. «An investigation of the bearing capacity of some bored and driven piles in London clay». Géotechnique, vol. III, September 1953, p. 267.
14. Nishida, Yoshichika. «Considerações teóricas sobre o atrito lateral das estacas de fundação». Associação Brasileira de Mecânica dos Solos, vol. III, 1953, p. 17.

15. Nunes, A. J. da Costa, & Vargas, Milton. «Computed bearing capacity of piles in residual soil compared with laboratory and load tests». Loc. cil. International Conference, vol. II, p. 75.
16. Rodin, S., & Tomlinson, J. «Recherches sur le frottement latéral des pieux forés et battus dans l'argile». Loc. cit. Série: Sols et fondatins, (XIII), p. 343.
17. Seed, H. B., & Reese, L. C. «The action of soft clay along friction piles». Proceedings ASCE, December 1955, vol. 81, Paper 842.
18. Skempton, A. W. «The bearing capacity of clays». Building Research Congress, London, 1951.
19. Skempton, A. W, & Yassin, A. A., & Gibson, R. E. «Théorie de la force portante des pieux». Loc. cit. Série: Sols et fondations (XIII. p. 285.
20. Taylor, Donald W. «Fundamentals of soil mechanics» New York, John Wiley & Sons, 1948, p 556.
21. Terzaghi, Karl von. «Theoretical soil mechanics». London, Chapman and Hall, cl 943.
22. Terzaghi, Karl von, & Peck, Ralph B. «Soil mechanics in engineering practice», New York, John Wiley & Sons, 1948.
23. Zweck, H. «Mesures sur modèles réduits du frottement latéral et le la résistance de pointe des pieux». Loc. cit. Série: Sols et fondations, p. 367.

Telecomando central para redes •••

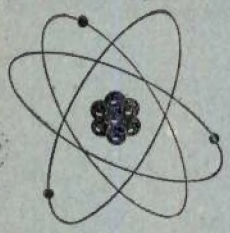
A rede das C. R. G. E. utiliza já o sistema Landis & Gyr no telecomando de:

- *Iluminação pública*
- *Iluminação de montras e anúncios luminosos*
- *Tarificação*

O Telecomando das redes regulariza o diagrama de cargas, atenuando as pontas e preenchendo os vasios.

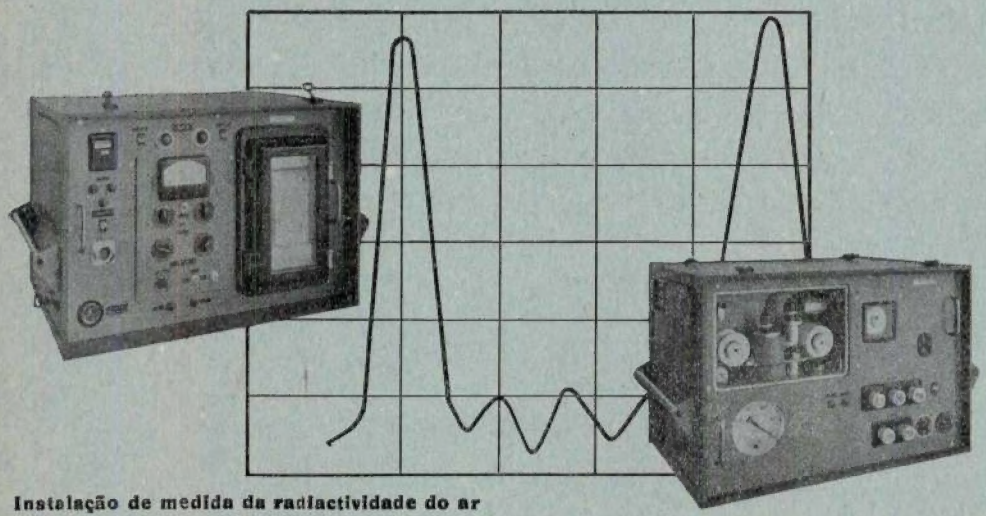
Fabricação Suiça
LANDIS & GYR

JAYME DA COSTA, L.DA
LISBOA — PORTO — LUANDA



RADIACTIVIDADE!

A **LANDIS & GYR**, nossa representada suíça de renome mundial, desenvolveu e forneceu já para muitos países, aparelhagem destinada à medida, registo e detecção dos fenómenos radiactivos. Do seu programa de fabrico constam entre outros os seguintes aparelhos:

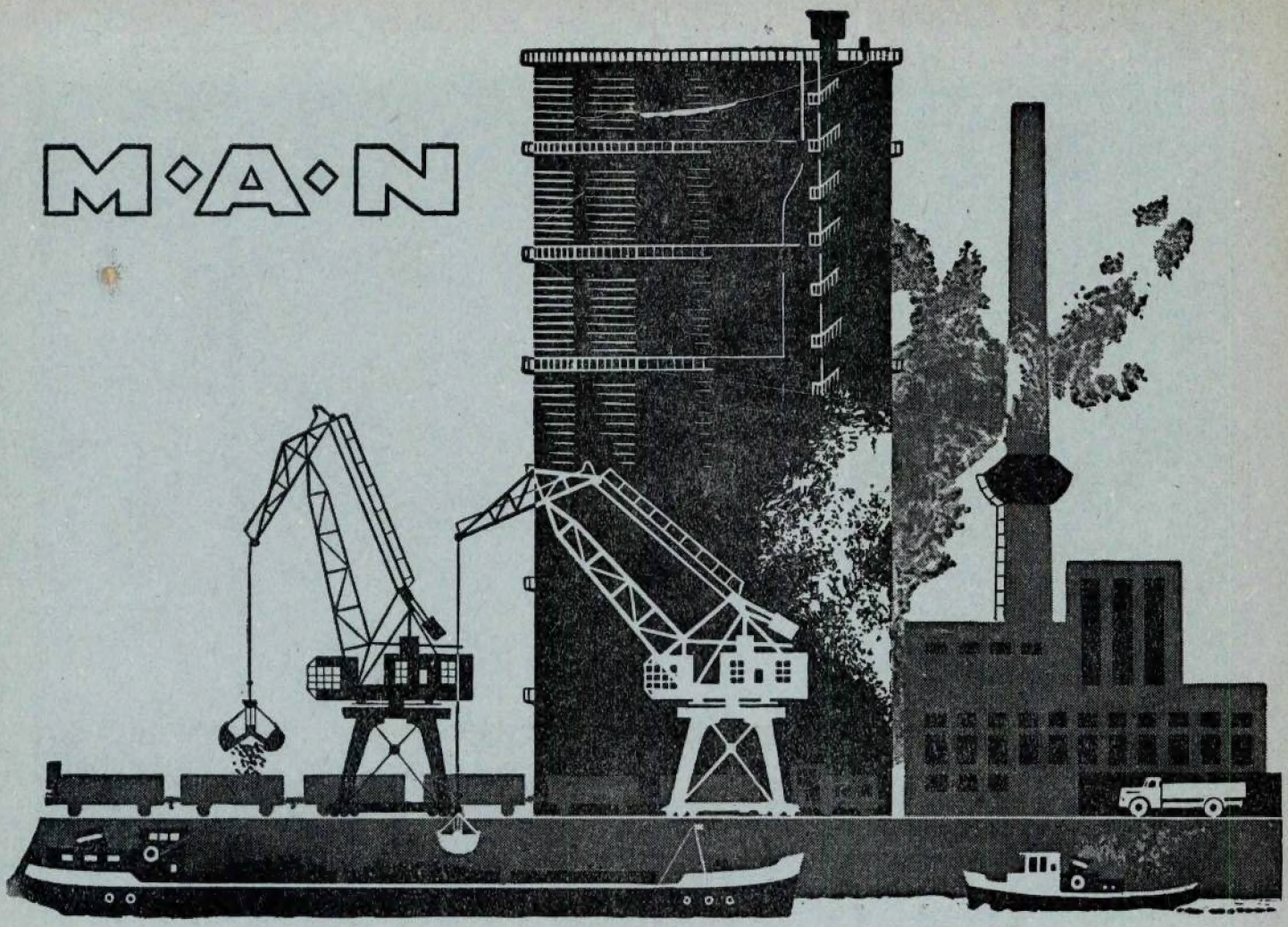


Instalação de medida da radiactividade do ar

- *Tubos Geiger — Mueller*
- *Desmultiplicadores*
- *Dosímetros e detectores*
- *Equipamentos para reactores*
- *Simuladores de pilha*
- *Instalações para fins industriais*

LANDIS & GYR
ZUG-SUÍÇA

JAYME DA COSTA, L.DA
LISBOA — PORTO — LUANDA



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NURNBERG A·G · WERK NURNBERG

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.º · LISBOA

C. D. U. 665.345.6

RAFFINAGE DE L'ESSENCE D'EUCALYPTUS

PIERRE A. LAURENT
ELVIRA ARSENIO
ET
MARIE AURORE PRESA
(Laboratoire de Chimie Organique
de l'Institut Supérieur Téchnique de Lisbonne)

RESUME

Il est possible d'obtenir par distillation d'essence d'eucalyptus sous vide dans une colonne du premier coup une fraction titrant 95 % de cinéol. Le palier très net obtenu fait penser à um azéotrope cinéol/terpene.

Des considération sont faites sur les possibilités d'enrichissement par entraînement à la vapeur d'eau.

L'essence d'eucalyptus prend une place d'importance croissante dans le marché mondial. La production portugaise est de plus en plus considérable et souvent la demande dépasse les capacités de production.

Il nous a paru intéressant de faire quelques études sur les possibilités d'obtenir différentes qualités à partir d'essences médiocres.

Sur le marché, seules sont cotées les huiles qui titrent au moins 70 % de cinéol. Celles qui sont moins riches se négocient à des prix peu intéressants et malheureusement beaucoup d'huiles extraites à l'échelle artisanale au Portugal entrent dans cette catégorie, par suite de la pénurie actuelle de main d'oeuvre spécialisée ou de surveillance technique qualifiée.

C'est ainsi que nous avons été amenés à rechercher :

1) si l'entrainement à la vapeur d'eau donnait des résultats intéressants avec un matériel aussi simple que possible ;

2) si la distillation sous vide — qui implique une installation déjà couteuse — pouvait donner des résultats meilleurs que ceux qui nous sont actuelement connus.

Les résultats obtenus sont basés sur l'étude de près de cinquante distillation faites dans des conditions très variées. Les courbes indiquées sont une sélection faites sur ce total. Plus de huit cents déterminations de cinéol ont été faites. Cette étude a permis par ailleurs de mettre en évidence de nouveaux constituants de l'essence d'eucalyptus portugaise qui feront l'objet d'une autre publication.

1 — Entrainement à la vapeur d'eau

1 Appareil simple sans colonne.

On injecte dans l'huile brute de la vapeur d'eau. Le distillat hétérogène est recueilli et la teneur en cinéol de l'huile distillée est déterminée (o-cresol). La courbe obtenue en fonction des poids d'huile entraînée est du type I. Différents essais faits avec des huiles initiales de qualités différentes font ressortir que le maximum observé est fonction de la qualité de l'huile initiale. Ce maximum est toujours assez arrondi sans cependant jamais présenter de palier qui puisse être décelé.

Le pourcentage maximum est généralement inférieur à 85 %. L'huile obtenue est pratiquement incolore.

2 Entrainement avec colonne.

Les colonnes employées ont été de deux types. Vigreux (80 cm) et colonne Dupont (1 m avec 8 paniers). Les résultants peuvent être en première approximation confondus. Ils sont indiqués sur la courbe II. Les maxima sont nettement plus éléves que sans colonne et ils sont plus aigus. Ils varient comme dans le cas I avec la composition initiale de l'huile. Plus celle-ci